
ISSN-0033-765X
5 • 1998
РАДИО
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ
СВЯЗЬ
СРЕДСТВА И СПОСОБЫ
ЖУРНАЛ
В ЖУРНАЛЕ
Новые модели аудиоплееров
Искатель скрытой проводки
Матричный стереодекодер
Модуль питания МП-403
Ассоциация-800
5
1998
ИЗДАЕТСЯ С 1924 ГОДА

В НОМЕРЕ

112 страниц ? Это зависит от вас !

Редакция продолжает работу по увеличению объема журнала. И, если вы подпишитесь на второе полугодие, то получите уникальную возможность приобщить к своей подшивке первый в 75-летней истории журнала "Радио" экземпляр, число страниц которого будет уже трехзначным. Дополнительные страницы будут отданы наиболее популярным у читателей направлениям.

РАДИО

5 • 1998

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
аудио•видео•связь
электроника•компьютеры
Издается с 1924 года
УЧРЕДИТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати
21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331
Генеральный директор ЗАО «Журнал «Радио»
Т. Ш. РАСКИНА
Главный редактор
А. В. ГОРОХОВСКИЙ

Адрес редакции:
103045, Москва, Селиверстов пер., 10
Телефон для справок, группы подписки и реализации —
(095)207-77-28, факс 208-13-11
Телефон группы работы с письмами – 207-31-18
Отделы:
общей радиоэлектроники — 207-88-18;
аудио, видео, радиоприема и измерений — 208-83-05;
микропроцессорной техники и технической консультации — 207-89-00;
оформления — 207-71-69;
группа рекламы — 208-99-45,
тел./факс (095) 208-77-13
E-mail:radio@glasnet.ru
«КВ-журнал» — 208-89-49

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО «Журнал «Радио»,
ИНН 7708023424, р/сч. 40702810438090103159 в МБ АК СБ РФ
г. Москва Мещанское ОСБ №7811
корр. счет 30101810600000000342 БИК 044525342
Требования к рекламным объявлениям:
CorelDRAW 7.0 все шрифты в кривых, bitmaps 300 dpi;
TIFF, 300 dpi, CMYK
Носители: Zip 100 Mb, Jaz 1Gb,
дискеты 3,5`` (2 экземпляра) в сопровождении печатной копии
Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных объявлений

Подписано к печати 10.04.1998 г.
Формат 60x84/8. Печать офсетная.
Объем 12 физич. печ. л., 6 бум. л., 16,5 уч.-изд. л.

В розницу - цена договорная
Подписной индекс по каталогу
«Роспечати» - 70772

Изготовление фотоформ: «ВЕГА-ПРИНТ»
Отпечатано UPC Consulting Ltd (Vaasa, Finland)

9 мая — День Победы



Почти четверть века назад по инициативе редакции журнала “Радио” в память о подвиге нашего народа в годы Великой Отечественной войны стартовала радиоэкспедиция “Победа”. Она получила поддержку радиолюбителей многих стран мира и со временем переросла в мемориал “Победа”, который проводится ежегодно в начале мая. Это сегодня одно из самых массовых эфирных мероприятий.

По традиции журнал “Радио” присуждает два главных приза: победителю мемориала “Победа” среди участников — ветеранов Великой Отечественной войны и победителю в общем зачете.



Недавно подведены итоги мемориала “Победа-52”. Обладателем приза журнала “Радио” — прибора для настройки КВ антенн MFJ-207 — среди ветеранов войны стал Юрий Дмитриевич Бертяев (EV8A) из г. Светлогорска Гомельской области. Многие коротковолновики знают его и по активной работе в недавнем прошлом из Таджикистана под позывным UJ8AG. Обладателем второго приза журнала “Радио” стал россиянин Кузнецов Александр Дмитриевич (RW3RN) из г. Уварово Тамбовской области.

Кроме того, пять наблюдателей, показавших лучшие результаты в мемориале “Победа-53”, отмечены годовыми подписками на “КВ журнал”.

НА НАШЕЙ ОБЛОЖКЕ

Встречи с читателями журнала и дружеский обмен мнениями — основа для формирования его тематики. Сегодня в нашей работе преобладают встречи, носящие заочный характер: письма, анкеты, разговоры по телефону. И хотя истинные почитатели журнала, попав в Москву, стараются выкроить немного времени и заскочить в редакцию, возможностей побывать в столице у многих стало заметно меньше. Не так много возможностей и у редакции организовывать, как бывало раньше, выездные встречи с читателями — читательские конференции.



И все же время от времени возможность личной встречи с редакцией у наших читателей появляется. Последние годы журнал стал чаще принимать участие в различных выставках бытовой и профессиональной электроники и техники связи. На нашей обложке — фотография стенда журнала на выставке “Мобильные системы — 98”. Она проходила в Москве, но за последний год-полтора мы побывали в Санкт-Петербурге и Ростове-на-Дону, Минске и Тюмени, Уфе и Нижнем Новгороде, Казани и Новосибирске. До встречи на стенде журнала “Радио”!

ЛУЧШИЕ ПУБЛИКАЦИИ 1997 ГОДА

По сложившейся традиции ежегодно в пятом номере нашего журнала мы объявляем конкурс на лучшую публикацию текущего года и одновременно подводим итоги конкурса прошедшего года, приуроченного, как многие догадались, ко дню Радио.

Кто же победил на этот раз? Жюри конкурса внимательно изучило поступившие в редакцию письма читателей и их предложения. В этом году их было значительно больше, чем в прошлом, что не может не радовать нас. Кроме читательских откликов, учитывалось также мнение членов редколлегии и редакторского коллектива. Во многом высказанные мнения совпали.

Вот окончательное решение жюри:

Первое и второе места разделили **Б. Иванов** (г. Москва) за публикацию "Люстра Чижевского" — своими руками" ("Радио", № 1 за 1997 г.) и **А. Фрунзе** (г. Москва) за статью "Модернизируем IBM-совместимый ПК" (№ 2 — 6). Они получат по 1 000 рублей.

Жюри присудило три третьих премии по 500 рублей: **Ю. Петропавловскому** (г. Таганрог) за статьи по бытовым видеокамерам (№ 2, 3, 11, 12) и "ЛПМ — устройство, особенности, ремонт" (№ 7, 9); **Ю. Виноградову** (г. Москва) за статью "Проект "Незабудка" (№ 10) и **И. Нечаеву** (г. Курск) за статьи "Активная антенна МВ" (№ 2) и "Устройство защиты радиоаппаратуры от превышения сетевого напряжения" (№ 6).

Поощрительными премиями (250 рублей) на этот раз отмечены восемь публикаций: **С. Бирюков** (г. Москва) — "Автомат плавного пуска коллекторных электродвигателей" (№ 8) и "Расчет сетевого источника питания с гасящим конденсатором" (№ 5); **О. Долгов** (г. Москва) — "Автосторож с управлением по ИК каналу" (№ 9); **А. Кузнецов** (г. Москва) — "Устройство защиты от поражения электротоком" (№ 4); **В. Поляков** (г. Москва) — "О питании радиоприемников "свободной энергией" (№ 1) и "Однокристальные ЧМ приемники" (№ 2); **О. Ховайко** (г. Москва) — "Источники питания с конденсаторным делителем напряжения" (№ 11); **В. Шоров** и **В. Янков** (г. Москва) — "Акустическая система для самостоятельного изготовления" (№ 4).

* * *

В письмах читателей, предложениях сотрудников редакции и членов редколлегии отмечался ряд публикаций: Ю. Виноградова — по устройствам с применением ИК техники; С. Бирюкова — по самоделкам для быта; статьи Ю. Петропавловского и А. Фрунзе (кроме вошедших в число премированных); работы москвичей С. Агеева, В. Брылова и Б. Хохлова; С. Зорина из Астраханской области; М. Корзинина из Магнитогорска и многих других — всего было названо более 90 статей!

К сожалению, никто из участников не назвал пять лучших публикаций, как этого требовали условия конкурса. Наилучшие результаты оказались у Виктора Рыбалко (с. Соленое Яшалтинского района Калмыкии) и Алексея Молчанова (г. Тверь). В их письмах были указаны четыре победителя из пяти. По три статьи назвали Дмитрий Иванов (п.о. Бабино Тосненского района Ленинградской области) и А. Коркунов (п. Новый Надеждинского района Приморского края). Жюри сочло возможным отметить этих читателей. Все они получат бесплатную подписку на журнал "Радио" на второе полугодие 1998 г.

* * *

Конкурс на лучшую публикацию года продолжается. Мы ждем ваши письма, дорогие читатели, до 31 марта 1999 года (учитывая задержки по вине почты, на что сетовали многие подписчики, мы на две недели продлили срок получения откликов). Как и прежде, просим указывать фамилию автора, полное название статьи (обязательно!), номер журнала, в котором она была опубликована и какое, по вашему мнению, место она заслуживает — первое, второе или третье. Публикации, набравшие наибольшее число голосов, но не попавшие в число призеров, будут отмечены поощрительными премиями.

Читатели, чье мнение о публикациях года совпадет с мнением большинства участников конкурса, т. е. назвавшие пять лучших материалов, будут награждены подпиской на второе полугодие 1999 г.

Дорогие друзья! Вы, наверное, обратили внимание на то, что многие наши победители — москвичи. Их имена всем хорошо знакомы, и редакция, да и наши читатели, высоко ценят их активность. А нам очень хотелось бы расширить круг авторов, привлечь к сотрудничеству с журналом больше новых, талантливых людей. С этой целью в конкурсе 1998 г. мы хотим опробовать такое новшество: при подведении итогов установить отдельные номинации для начинающих авторов и для авторов, проживающих вне Москвы.

Редакцию по-прежнему интересует мнение читателей о тематике журнала, актуальности публикаций. Особо мы интересуемся читательской реакцией на материалы раздела для начинающих радиолюбителей, статьи в помощь радиокружкам. Будем благодарны за ваши отклики и предложения.

Приглашаем к сотрудничеству радиолюбителей, руководителей кружков, всех интересующихся современной радиоэлектроникой.

Ждем ваших писем, друзья!

ВРУЧЕНИЕ ПРИЗОВ "ВОЛШЕБНОЕ ЗЕРКАЛЬЦЕ"

Второй раз подряд на ежегодной конференции "Современное телевидение" состоялось вручение приза "Волшебное зеркальце". Этой наградой, учрежденной МНТОРЭС им. А. С. Попова, МКБ "Электрон", Институтом прикладных исследований, отмечаются специалисты, внесшие наибольший вклад в развитие отечественного телевидения.

Приз представляет собой керамическую статуэтку, выполненную молодыми художниками Людмилой Живило и Евгением Нефедьевым.

Почему учредители выбрали для приза название "Волшебное зеркальце"? Да потому, что современное телевидение, словно волшебное зеркальце из народных русских и восточных сказок, из любимых сказок А. С. Пушкина во всем многообразии, вне временных и пространственных рамок, показывает людям мир, который не всегда доступен взору человека, но жизненно важен для него.

В 1997 г. этой награды были удостоены доктор технических наук, профессор, академик Международной академии информатизации Новаковский Сергей Васильевич, первый заместитель руководителя ФСТР России Маковеев Владимир Григорьевич, начальник отдела МНИТИ инженер Сигаев Валерий Константинович, заведующий кафедрой телевидения Государственного университета телекоммуникаций (г. Санкт-Петербург) профессор Джакония Владимир Ермильевич, главный редактор журнала "Техника кино и телевидения" Макарцев Валерий Викторович.

В нынешнем году награды удостоены следующие специалисты:

— в номинации "За заслуги в развитии телевидения" награжден заместитель генерального директора телерадиокомпании "Прометей" Ершов Игорь Владиславович;



— в номинации "За вклад в развитие телевизионной техники" награда присуждена доктору технических наук, профессору, члену-корреспонденту Российской академии наук, директору НИИР Зубареву Юрию Борисовичу;

— в номинации "За лучшую разработку телевизионной аппаратуры" приз вручен начальнику сектора МКР "Электрон" Тюрину Владимиру Сергеевичу;

— в номинации "За активную пропаганду отечественных достижений в области телевидения" награждена главный специалист МКБ "Электрон" Тетерядченко Алла Федоровна;

— в номинации "За успехи в подготовке кадров в области телевидения" награды удостоен ректор Института повышения квалификации работников радиовещания и телевидения, доктор исторических наук, профессор Егоров Вилен Васильевич.

* * *

Комиссия по награждению обращается к руководителям организаций и ведомств, к специалистам, работающим в области телевидения и радиоэлектроники, — выдвигайте ваших кандидатов на соискание приза "Волшебное зеркальце".

Предложения с обоснованиями заслуг и достижений соискателей следует направлять по адресу: 109651, г. Москва, а/я 57, Уралову А. В.

А. В. ХРАМОВ,
директор Института прикладных исследований

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МОДУЛЯ ПИТАНИЯ МП-403

И. МОЛЧАНОВ, г. Москва

Чтобы успешно ремонтировать радиоэлектронную аппаратуру, в частности телевизоры, необходимо хорошо представлять себе работу блоков и узлов устройства, знать назначение их элементов. Например, импульсные источники питания вызывают, как правило, большие затруднения при ремонте. В публикуемой здесь статье автор рассказывает о работе модуля питания МП-403, применявшегося во многих моделях телевизоров.

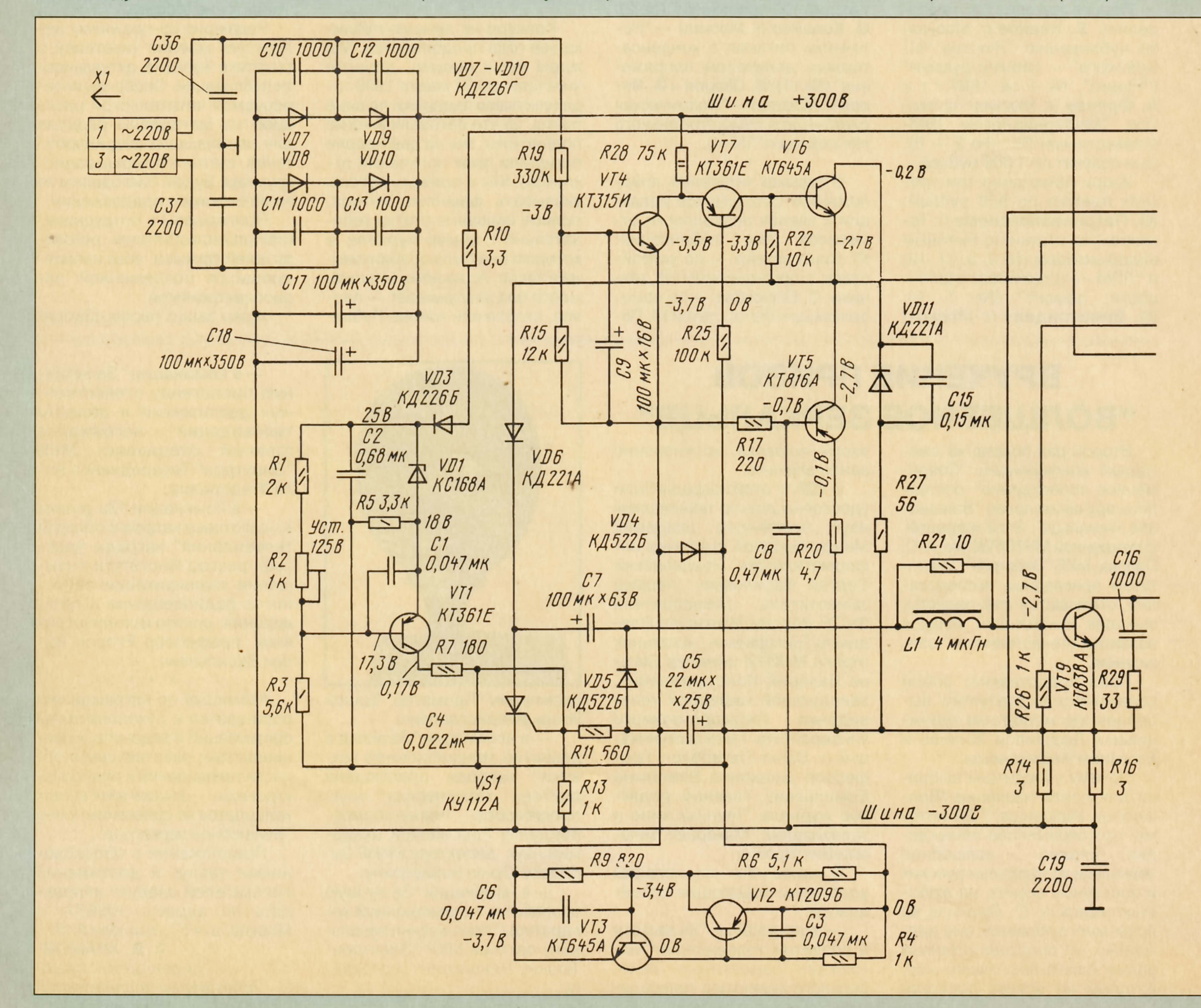
Телевизионный модуль питания МП-403 уже был рассмотрен в [1 и 2] с различной степенью подробности. Однако в [1] не совсем точно описан процесс запуска модуля и не рассказано о его основном автоколебательном режиме (дана ссылка на модуль МП-1). В книге же [2] из всего процесса запуска фактически пояснена только подача открывающего напряжения на базу ключевого транзистора VT9, а далее утверждается, что процессы запуска протекают так же, как в модуле МП3-3. Основной автоколебательный режим работы также не упоминается. Между тем при поиске неисправностей в импульсном модуле питания весьма важно знать работу в этих двух основных режимах. К сожалению, и начертание принципиальной схемы в обоих изданиях таково, что пользоваться ею неудобно.

В предлагаемой статье сделана попытка устранить названные пробелы, т. е. описать работу модуля при запуске, в установившемся автоколебательном режиме и в случае короткого замыкания пояснить назначение отдельных элементов и узлов, а также дать «читаемую» принципиальную схему. Она изображена на рисунке.

Устройство запуска модуля собрано на транзисторах VT4, VT6 и VT7. Два последних непосредственно обеспечивают запуск, а первый служит для их выключения при переходе модуля в автоколебательный режим.

После включения телевизора конденсатор C9 начинает заряжаться (через элементы R19, VD4, R14, R16) пульсирующим напряжением, образующимся на выпрямительном диоде VD7. Пока напряжение на конденсаторе C9 мало, транзистор VT4 закрыт. Транзистор VT7 открывается током базы, протекающим через резисторы R28, R25, R14, R16. На эмиттерный переход транзистора VT9 открывающее напряжение поступает через резисторы R28, R14, R16, транзистор VT7, эмиттерный переход транзистора VT6 и обмотку 5—3 трансформатора T1. Транзистор VT9 начинает открываться.

Через обмотку 19—1 трансформатора протекает линейно нарастающий ток, который наводит в обмотке положительной обратной связи (ПОС) 5—3



ЭДС взаимоиндукции. Ток базы транзистора VT9, создаваемый обмоткой ПОС, проходит через элементы R27, VD11 и VT6. Коллекторный ток транзистора VT9, протекая через резисторы R14 и R16, обеспечивает на них нарастающее напряжение.

Достигнув определенного значения, напряжение на резисторах R14, R16 через цепь C5R11 (заряжая конденсатор) открывает тринистор VS1. Последний через дроссель L1, незаряженный конденсатор C7 и резисторы R14, R16 шунтирует эмиттерный переход транзистора VT9, замыкая часть тока обмотки 5—3 трансформатора на себя. В результате токи базы и коллектора транзистора VT9 уменьшаются, напряжение на обмотке 5—3 меняет полярность, транзистор и тринистор закрываются.

На вторичных обмотках трансформатора возникают импульсы напряжения, которые начинают заряжать конденсаторы фильтров вторичных выпрямителей. Так как токи зарядки большие (почти режим короткого замыкания), то напряжения на вторичных обмотках и обмотке ПОС (5—3) малы и быстро исчезают. Иначе говоря, энергия обмоток быстро передается незаряженным конденсаторам.

Снова током запуска через эмиттерный переход транзистора VT6 открывается транзистор VT9, насыщаясь затем током обмотки ПОС , открывается тринистор и закрывает транзистор VT9 и себя. Следовательно, происходит некоторое число циклов включения и выключения транзистора VT9, в течение которых конденсаторы C28, C31, C32, C34, C35 вторичных выпрямителей заряжаются до напряжений, близких к номинальным. Токи их подзарядки приобретают вид импульсов, экспоненциально снижающихся до нуля, что позволяет выйти модулю из режима короткого замыкания.

К этому времени конденсатор C9 успевает зарядиться до напряжения открывания транзистора VT4. Его коллекторный ток увеличивает падение напряжения на резисторе R28 и закрывает транзисторы VT7 и VT6 устройства запуска. Модуль переходит в автоколебательный режим работы, при котором уже заряжены конденсаторы C5, C7 (через диод VD6 от обмотки ПОС) и C8.

В установившемся режиме при открывании транзистора VT9 линейно нарастающий ток протекает через него так же, как и при запуске. На резисторах R14, R16 создается такое же по форме напряжение, которое складывается алгебраически с напряжением на конденсаторе C5 и через делитель R11R13 воздействует на управляющий электрод тринистора VS1. Пока сумма напряжений не станет положительной и не превысит некоторого значения (около 0,6 В), последний закрыт. Напряжение ПОС обмотки 5—3 создает ток базы транзистора VT9 через резистор R20 и транзистор VT5, поддерживая транзистор VT9 в открытом состоянии.

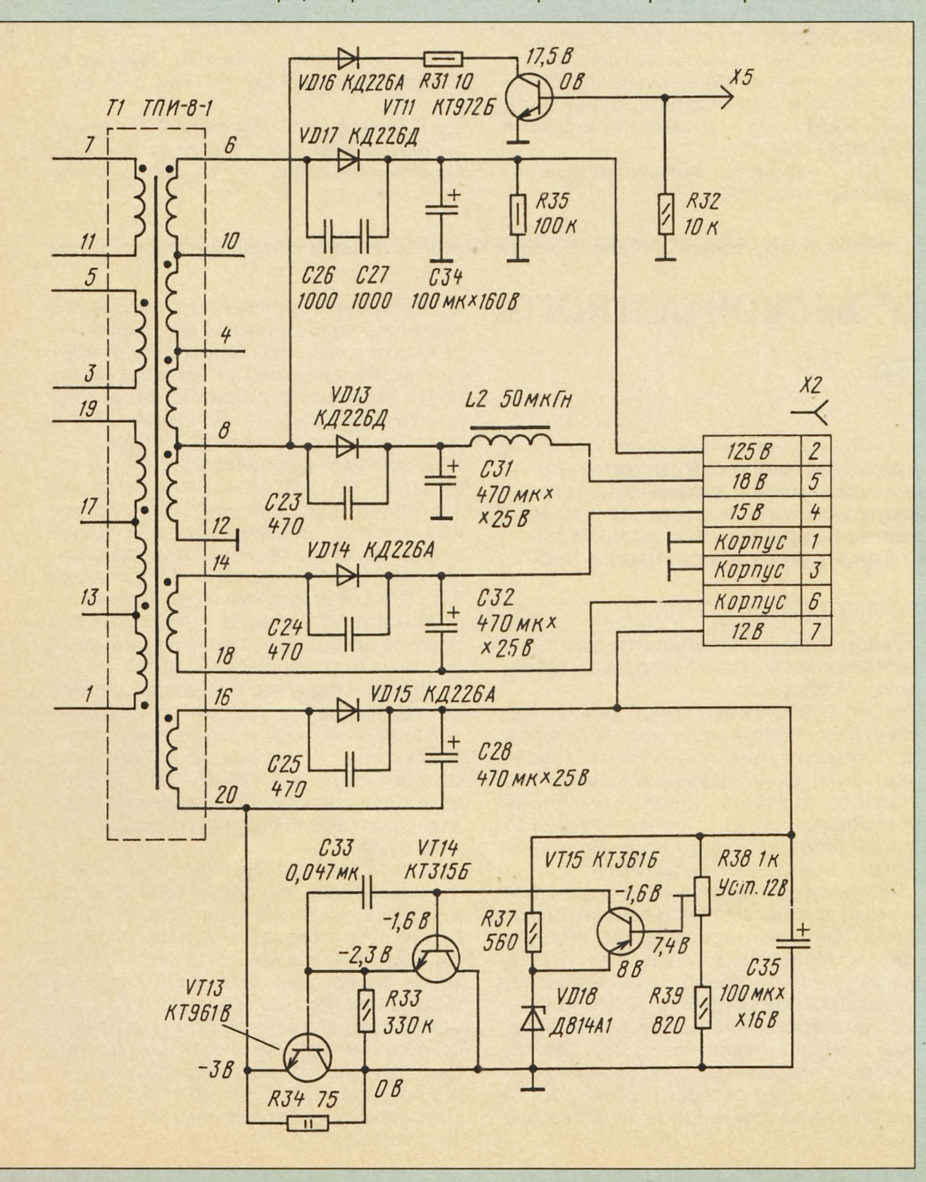
Транзистор VT5 служит узлом пропорционального управления током базы транзистора VT9. Кроме того, через него заряжаются конденсаторы C5, C8 и происходит открывание транзистора VT9. В установившемся режиме транзистор VT5 открыт напряжением конденсатора C5, приложенным через резисторы R17 и R20 к его эмиттерному переходу.

Увеличивающееся напряжение с резисторов R14, R16 через элементы C8 и R20 воздействует на эмиттерный переход транзистора VT5, пропорционально уменьшая его сопротивление проходящему через него току базы транзистора VT9, что обеспечивает примерно постоянную степень насыщения транзистора VT9 при увеличении тока его коллектора. Когда коллекторный ток транзистора VT9 увеличивается примерно до 3,5 А, сумма напряжений на резисторах R14, R16 и конденсаторе C5 становится достаточной для открывания тринистора VS1. Через него, дроссель L1 и резисторы R14, R16 напряжение на конденсаторе C7 приложено в закрывающей полярности к эмиттерному переходу транзистора VT9. Ток разрядки конденсатора направлен встречно току базы транзистора и превышает последний. Транзистор VT9 очень быстро закрывается, цепь разрядки конденсатора C7 через тринистор прерывается, ток последнего уменьшается, вызывая его закрывание.

На коллекторе транзистора VT9 и обмотках возникают импульсы напряжения, через обмотки протекают токи, которые подзаряжают конденсаторы фильтров. Уменьшаясь, они наводят на обмотке 5—3 напряжение ПОС (плюсом на выводе 5). Оно открывает коллекторный переход транзистора VT5 через резистор R17, диод VD5 и дроссель L1. В результате транзистор VT5 открывается в обратном направлении. При этом ток зарядки конденсатора C5 протекает через транзистор и элементы R20, VD5, L1. Одновременно подзаряжаются конденсаторы C7 (через диод VD6 и дроссель L1) и C8 (через коллекторный переход транзистора VT5 и резисторы R14, R16, R26).

Напряжением ПОС обмотки 5—3 транзистор VT9 поддерживается в закрытом состоянии через открытый в обратном направлении транзистор VT5 и резистор R20.

Когда токи подзарядки конденсаторов фильтров вторичных выпрямителей уменьшаются до нуля, напряжение на обмотке 5—3 также становится равным нулю. В этот момент напряжение конденсатора C5 открывает эмиттерный переход транзистора VT5 через резисторы R20 и R17, открывая сам транзистор в прямом направлении. Одновре-



менно напряжение конденсатора C8 проходит через его коллекторный переход и обмотку 5—3 на эмиттерный переход транзистора VT9. При этом возникает начальный ток базы последнего и снова начинается нарастание его коллекторного тока под действием ПОС.

В режиме короткого замыкания во вторичной цепи при закрывании транзистора VT9 вся накопленная трансформатором T1 магнитная энергия поглощается цепью, замыкающей вторичную обмотку. Ток нагрузки спадает намного медленнее, чем в нормальном режиме, из-за чего в обмотке ПОС 5—3 трансформатора практически перестает наводиться ЭДС (плюсом на выводе 5). Это вызывает не только прекращение зарядки конденсатора C8, но даже и его перезарядку в обратном направлении напряжением конденсатора C5 через резисторы R14, R16 и R17.

Так как транзисторы VT6, VT7 устройства запуска закрыты постоянно насыщенным транзистором VT4, транзистор VT9 не имеет никакого источника напряжения для первоначального открывания, а даже, наоборот, закрыт напряжением конденсатора C5 через резистор R17, коллекторный переход транзистора VT5 и обмотку 5—3 трансформатора T1.

Следовательно, в отличие от модуля МПЗ-3, который при коротком замыкании работает в режиме коротких импульсов, модуль МП-403 полностью выключен. Поэтому если модуль питания был выключен узлом искусственного короткого замыкания на элементах VD16, R31, VT11, то для его повторного включения должен быть разряжен конденсатор C9. Для этого следует отключить телевизор от сети и затем снова включить через 5...10 с.

Назначение узлов и элементов модуля:

VD7—VD10, C10—C13, C17, C18 — выпрямитель напряжения сети;

VT1, VD3, C2, VD1, R5, R1—R3, C1, R7, C4 — узел стабилизации выходных напряжений;

VT2, VT3, R9, R6, R4 — устройство защиты от перенапряжений при неисправностях в узле стабилизации;

VT11, R31, VD16 — узел создания искусственного короткого замыкания для выключения модуля при неисправности строчной развертки (модуль МР-403) или по сигналу из блока управления;

VT13—VT15, VD18, R33, R34, R37—R39 — стабилизатор напряжения +12 В;

VT9 — силовой импульсный транзисторный ключ;

VS1 — тринистор управления моментом закрывания транзистора VT9;

C7 — конденсатор для закрывания транзистора VT9 через открытый тринистор (особенностью его работы следует указать то, что во время запуска ток через него течет в направлении, противоположном его паспортной полярности, что необходимо учитывать при оценке его надежности);

VD6 — коммутационный диод для зарядки конденсатора C7;

C5 — конденсатор для создания отрицательного напряжения смещения на управляющем электроде тринистора;

VD5 — коммутационный диод для зарядки конденсатора C5;

VD4 — диод, служащий для того, чтобы при запуске ток зарядки конденсатора C9 не проходил через управляющий электрод тринистора VS1 и не заряжал конденсатор C5 в обратном направлении;

C8 — конденсатор для начального открывания транзистора VT9 в автоколебательном режиме, входит вместе с элементами VT5 и R20 в узел пропорционального управления током транзистора VT9;

VT5 — коммутирующий транзистор узла пропорционального управления током базы транзистора VT9, обеспечивает зарядку конденсаторов C5 и C8;

R14, R16 — резисторы датчика тока транзистора VT9.

Действие устройства защиты модуля подробно описано в [1], [2], а работа узла стабилизации в автоколебательном режиме при номинальной нагрузке и на холостом ходу не имеет никаких отличий от применяемого аналогичного устройства в модуле питания МПЗ-3.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Потапов А., Кубрак С., Гармаш А.** Модуль питания МП-403. — Радио, 1991, № 6, с. 44—46.

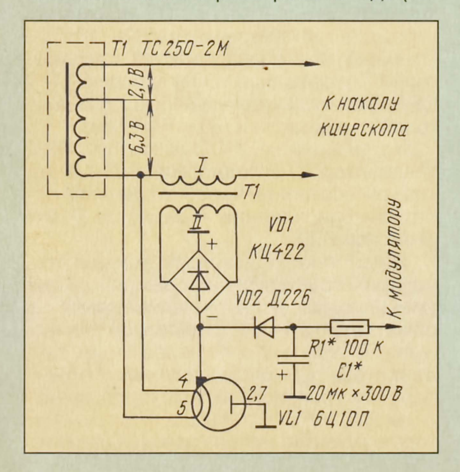
2. **Соколов В. С., Пичугин Ю. И.** Ремонт цветных стационарных телевизоров 4УСЦТ. Справочное пособие. — М.: Радио и связь, 1995, с. 30—33.

УСТРОЙСТВО "МЯГКОГО" БЕСКОНТАКТНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ КИНЕСКОПА

А. ЖАДОБИН, г. Москва

В нашем журнале и другой радиотехнической литературе опубликовано много описаний самых различных устройств, предохраняющих кинескоп от преждевременного выхода из строя при включении телевизора. Интересный вариант еще одного такого устройства с использованием кенотрона рассмотрен в публикуемом здесь материале.

Для защиты нити накала кинескопа при включении телевизора и обеспечения постепенного разогрева катода (катодов) трубки предлагается бесконтактное устройство, схема которого изображена на рисунке.



Оно представляет собой вариант узла ограничения и задержки, в котором для ограничения напряжения накала при включении задержки подачи его полного значения служит ламповый диод (кенотрон) VL1. Трансформатор T1 согласовывает сопротивления цепей накала кинескопа и диода VL1.

Первичная обмотка трансформатора включена в накальную цепь кинескопа. Ко вторичной повышающей обмотке подключен выпрямительный мост VD1, нагруженный на кенотрон VL1 и обеспечивающий при закрытом диоде VL1 некоторое время после включения питания выходное напряжение 220...240 В. Оно использовано для закрывания электронного прожектора (прожекторов) кинескопа на время прогрева его катода (катодов).

В момент включения телевизора напряжение на нити накала кинескопа из-за падения на индуктивном сопротивлении первичной обмотки трансформатора T1 уменьшено примерно до 3,25 В при токе около 0,4 А. В течение 18 с в результате постепенного прогрева катода лампы VL1 появляется и возрастает до 30 мА ток через нее. Кенотрон шунтирует через диодный мост вторичную обмотку трансформатора T1. Одновременно напряжение нити накала кинескопа растет до 6,3 В при токе 0,8...0,9 А. Напряжение на выходе диодного моста VD1 плавно падает до 5 В в течение 25 с из-за шунтирующего воздействия лампового диода VL1.

Время спада закрывающего кинескоп напряжения зависит от постоянной времени цепи модуляторов кинескопа, т. е. в основном от емкости конденсатора C1. Диод VD2 играет роль разделительного между времязадающими цепями накала и модулятора кинескопа.

В качестве согласующего в устройстве использован выходной трансформатор звука от телевизора "Радуга-703". Для обеспечения автоматического регулирования необходимо поднять напряжение на накальной обмотке силового трансформатора до значения 8,4 В, намотав дополнительную обмотку поверх одной из катушек силового трансформатора. Эту обмотку, содержащую пять витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,55 мм, подключают последовательно и синфазно с основной. ■

КОМПОНЕНТЫ В БЫТОВОЙ ВИДЕОТЕХНИКЕ

Японские биполярные транзисторы — параметры, замена

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

С трудностями замены вышедших из строя элементов, в частности транзисторов, в зарубежной аппаратуре сталкиваются ремонтники и радиолюбители, занимающиеся ее ремонтом. О проблемах замены японских транзисторов и пойдет речь в публикуемой статье.

В современной бытовой технике применяют широчайшую номенклатуру полупроводниковых приборов самых различных видов. Биполярные транзисторы в этом отношении уверенно доминируют. Несмотря на то, что они в огромных количествах выпускаются электронной промышленностью десятков стран Европы, Америки и Азии, а в последние годы даже Африки и Океании, удельный вес японских разработок и их использования в бытовой радиоэлектронной аппаратуре выше всех остальных вместе взятых. По крайней мере, это касается бытовой техники, продаваемой в СНГ.

В Европе и Америке ситуация возможно иная. Следует иметь в виду, что японскую маркировку и соответственно характеристики имеют транзисторы, выпускаемые и в других странах. Например, южнокорейская компания LG — ELECTRONICS (бывшая GOLD STAR) на принципиальных схемах своей продукции часто употребляет наименования KTC, KTA и др., соответствующие японским 2SC, 2SA и др. На корпусах транзисторов японская и корейская маркировки нередко одинаковы.

Большинство полупроводниковых корпораций Японии, наряду с другими приборами, выпускают и биполярные транзисторы. В настоящее время в их число входят ORIZON DENKI, SANKEN DENKI, SANYO DENKI, SHINDENGEN, TOSHIBA, NEC DENKI, HITACHI, FUJITSU, FUJI DENKI, MATSUSHITA, MITSUBISHI DENKI, ROHM. Предоставленная ими информация вошла в справочник «THE JAPANESE TRANSISTOR DATA MANUAL», изданный в Сингапуре издательством TECH PUBLICATIONS PTE LTD. Параметры транзисторов, указанные в этой статье, взяты в основном из него.

Обозначения большинства транзисторов соответствуют требованиям JIS — промышленного стандарта Японии и зарегистрированы в EIAJ — ассоциации электронной промышленности Японии. Биполярные транзисторы часто имеют буквенно-цифровую маркировку, например 2SC780AG. Цифры и буквы разбиты на четыре группы: 1 — 2SC, 2 — 780, 3 — A, 4 — G.

Трехзначное обозначение транзисторов в группе 1 соответствует:
2SA — структура p-n-p, высокочастотный;
2SB — p-n-p, низкочастотный;
2SC — n-p-n, высокочастотный;
2SD — n-p-n, низкочастотный.

Группа 2 обозначает регистрационный номер EIAJ (от 11 до 9999).

Буква группы 3 соответствует модификации (указывает тип корпуса, коэффициент шума и др.).

Буква в группе 4 обозначает область применения:
G — для средств связи;
D — для изделий, применяемых корпорацией NTT;
N — для изделий, применяемых корпорацией NHK.

Особо следует подчеркнуть, что существует большое число транзисторов, обозначения которых не соответствуют вышеприведенным и устанавливаются самими производителями. В основном это относится к транзисторам с встроенными резисторами, диодами, для монтажа на поверхность, СВЧ, сборкам и другим специализированным типам. Например, фирма NEC для транзисторов с встроенными резисторами при структуре n-p-n использует обозначения AA, AB, AC, BA, BB, CE, FA, FB; при структуре p-n-p — AN, AP, AQ, AR, BN, BP, FN, FD и др. Изделия фирмы RHOM имеют обозначения DTA, DTB, DTC, DTD. Транзисторные сборки фирмы MATSUSHITA — PU, XN; фирмы TOSHIBA — RN, HN и т. д.

При работе с транзисторами следует иметь в виду, что их обозначения в документации и на схемах отличаются от маркировки на корпусах. Так, в маркировке часто отсутствуют первые два-три знака. Например, 2SC3310 — C3310; 2SC3399 — 3399; DTC143 — C143 и т. д. Кроме того, на миниатюрных (для монтажа на поверхность) транзисторах производители наносят маркировку в виде разнообразных кодов (символы, буквы, цифры в различных комбинациях), поэтому разобраться в них без сервисной документации весьма затруднительно.

Группа корпусов, зарегистрированная в EIAJ и JEDEC (американская система обозначений), имеет конструкции и цоколевки, принятые многими производителями (COMMON CONNECTION DIAGRAM). Кроме того, почти все они используют и собственные системы обозначений типов корпусов: SANKEN CONNECTION DIAGRAM, TOSHIBA CONNECTION DIAGRAM и т. д.

Выход из строя транзисторов в бытовой видеотехнике и других видах аппаратуры широкого применения — явление довольно распространенное, поэтому конкретный подбор аналогов для замены вышедших из строя транзисторов приобретает немаловажное значение для обеспечения хорошей работы отремонтированной аппаратуры и ее надежности. В отличие от разработчиков электронной аппаратуры, располагающих полной и точной информацией по применению изделий электронной техники, ремонтники в наших мастерских чаще всего лишены полноценного информационного обеспечения. Во многих случаях отказавшие транзисторы они просто заменяют точно такими же исправными. Приобрести наиболее распространенные транзисторы в крупных городах в последнее время не представляет большой проблемы. Однако часто выходят из строя и отсутствующие в продаже или очень дорогие транзисторы. Вот тут-то для подбора аналогов и необходима информация о параметрах и цоколевках как заменяемых, так и вновь устанавливаемых деталей.

Причины отказов полупроводниковых приборов в основном связаны с перегрузками по мощности рассеяния, току и напряжению. Самую большую группу риска составляют транзисторы, работающие в выходных каскадах строчной и кадровой разверток телевизоров и импульсных источниках питания. Для конкретного подбора аналогов далеко не всегда достаточно только основных параметров, приводимых в различных популярных изданиях и рекламных проспектах торговых фирм.

В публикуемых здесь табл. 1 и 2, по мнению автора, указаны достаточные сведения для подбора мощных импульсных биполярных транзисторов, основное назначение которых — работа в блоках строчной и кадровой разверток телевизоров и мониторов, импульсных блоках питания телевизоров и видеомагнитофонов. Они применяются и в качестве силовых импульсных ключей в самой разнообразной бытовой технике. В табл. 2 приведены сведения из [2].

В названные таблицы вошли в основном данные о транзисторах, продававшихся на радиорынке г. Ростов-на-Дону весной 1997 г. Поэтому перечисленная номенклатура, конечно, не покрывает и десятой части всего числа типов, выпускаемых японскими фирмами.

К сожалению, в названном выше справочнике не приведена полная информация о наличии в силовых импульсных транзисторах встроенных компонентов (диодов, резисторов и др.). Поэтому в табл. 3 перечислены транзисторы с защитными диодами между коллектором и эмиттером из [2]. Однако там нет информации о наличии защитных резисторов между базой и эмиттером и их номиналах, поэтому для наиболее распространенных транзисторов в табл. 3 указаны сопротивления, непосредственно измеренные универсальным прибором ВУ-15.

Следует отметить, что транзистору 2SA1186 есть комплементарная пара 2SC2837. Кроме того, такие приборы, как 2SD1402, 2SD1403, 2SD1545, 2SD1554, 2SD1555, 2SD1651, 2SD1710, 2SD2331, 2SD2333, S2000AF, имеют граничную частоту коэффициента передачи тока 3 МГц, 2SC4517 — 6 МГц, BU508A и BU508DF — 7 МГц, а 2SC2023 (при $U_{КЭ}$ = 12 В и $I_К$ = 0,2 А) и BUT11AX — 10 МГц.

Рассмотрим некоторые общие подходы к ремонту бытовой техники, связанные с заменой силовых биполярных транзисторов. Степень сложности ремонта в наших условиях можно классифицировать так:

1. Простой — на корпусе неисправного транзистора имеется четкая маркировка, однозначно определяющая его тип; такой прибор не дорог и всегда имеется в продаже.

2. Средней сложности — искомый транзистор, хотя тип его известен, очень дорог или дефицитен, в то же время о нем имеется справочная информация в указанной литературе.

3. Сложный — невозможно определить тип транзистора или отсутствуют справочные сведения о нем, нет в наличии на местном рынке электронных компонентов.

Описание простых случаев ремонта вряд ли интересно читателям, поскольку фирмы, торгующие транзисторами (включая радиорынки крупных городов), постоянно имеют в ассортименте наиболее ходовые приборы, такие как 2SC3979, 2SC4517, 2SD1555, 2SD1710,

Таблица 1

Транзистор	Фирма-производитель	Предельные параметры при $t_{окр}$ = 25°С; * $t_{корп}$=25°С				$I_{КБ\ обр\ max}$, мкА (при $U_{КБ}$, В)	$h_{21Э min}$ ($h_{21Э max}$)	$U_{КЭ\ нас\ max}$, В (при $I_К$, А)	$t_{вкл}$ ($t_{выкл}$), мкс	Корпус	Цена, тыс. руб.
		$U_{КБ}$, В	$U_{КЭ}$, В	$I_К$, А	$P_К$, Вт						
2SA1186	SANKEN	150	150	10	100*	100(150)	30	2(5)	0,25(1)	MT100	25
2SA1413	NEC	600	600	1	10*	10(600)	30(120)	0,5(0,3)	0,5(4)	SC-64	12
2SA1626	NEC	400	400	2	1	10(400)	40(120)	0,5(0,5)	0,5(2,7)	SP-8	15
2SA1627	NEC	600	600	1	1	10(600)	30(120)	0,5(0,3)	0,5(5,5)	SP-8	12
2SC1942	NEC	1500	800	3	50*	10(600)	–	5(2,5)	–	TO-3	15
2SC2023	SANKEN	300	300	2	40*	1000(300)	30	1(0,5)	–	MT25	10
2SC2555	TOSHIBA	500	400	8	80*	100(400)	15	1(5)	(3,5)	SC-65	14
2SC2625	FUJI DENKI	400	300	15	80*	1000(450)	10	1,2(4)	1(3)	SC-65	14
2SC2810	SANKEN	500	400	7	50*	100(500)	10	0,5(3)	(3,2)	MT25	10
2SC2898	HITACHI	500	400	8	50*	50(400)	15	1(4)	0,8(2,8)	TO-220AB	14
2SC2979	HITACHI	900	800	3	40*	100(750)	15	1(0,75)	1(4)	TO-220AB	15
2SC3026	HITACHI	1700	800	5	50*	–	–	2(5)	(4,5)	TO-3	30
2SC3030	FUJI DENKI	900	800	7	80*	1000(900)	8	2(3)	0,5(3,3)	SC-65	18
2SC3040	SANYO	500	400	8	2,5(80*)	10(400)	15(50)	1(4)	1(3,5)	TO-3PB	12
2SC3148	TOSHIBA	900	800	3	40*	100(800)	10	0,6(0,8)	(5)	TO-220AB	12
2SC3152	SANYO	900	800	3	80*	10(800)	10(40)	2(1,5)	1(3,7)	TO-3PB	16
2SC3153	SANYO	900	800	6	100*	10(800)	10(40)	2(3)	1(3,7)	TO-3PB	16
2SC3277	SANYO	500	400	10	90*	10(400)	15(50)	1(6)	1(3,5)	TO-3PB	12
2SC3306	TOSHIBA	500	400	10	100*	100(400)	10	1,5(5)	(3,5)	SC-65	14
2SC3309	TOSHIBA	500	400	2	2(20*)	100(400)	20	1(1)	(3,5)	2-10L1A	9
2SC3310	TOSHIBA	500	400	5	2(30*)	100(400)	12	1(5)	(3,5)	2-10L1A	10
2SC3447	SANYO	800	500	5	50*	10(500)	15(50)	1(3)	0,5(3,3)	TO-220AB	10
2SC3451	SANYO	800	500	15	100*	10(500)	15(50)	1(6)	0,5(3,3)	TO-3PB	16
2SC3456	SANYO	1100	800	1,5	40*	10(800)	10(40)	2(0,75)	0,5(3,3)	TO-220AB	15
2SC3460	SANYO	1100	800	6	100*	10(800)	10(40)	2(3)	0,5(3,3)	TO-3PB	12
2SC3461	SANYO	1100	800	8	140*	10(800)	10(40)	2(4)	0,5(3,3)	TO-3PB	20
2SC3466	SANYO	1200	650	8	120*	100(650)	10	3(4)	1(4,7)	TO-3PB	20
2SC3486	SANYO	1500	800	6	120*	10(800)	8	5(5)	(3,3)	TO-3PB	12
2SC3506	MATSUSHITA	1000	800	3	3(70*)	50(1000)	6	1,5(2)	1(3)	TOP-3F	20
2SC3527	MATSUSHITA	500	400	15	100*	100(500)	15	1(7)	1(3,5)	TOP-3F	24
2SC3535	NEC	1000	800	6	100*	100(800)	10(30)	1(3)	1(3,5)	MP-80	30
2SC3549	FUJI DENKI	900	800	3	40*	1000(900)	10	1(1)	1(4,8)	TO-220AB	22
2SC3552	SANYO	1100	800	12	150*	10(800)	10(40)	2(6)	0,5(3,3)	TO-3PB	30
2SC3559	TOSHIBA	900	800	3	2(30*)	100(800)	10	0,6(0,8)	(5)	2-10L1A	20
2SC3688	SANYO	1500	800	10	150*	–	8	5(8)	(3,6)	TO-3PB	23
2SC3752	SANYO	1100	800	3	30*	10(800)	10(40)	2(1,5)	0,5(3,3)	TO-220ML	12
2SC3795	MATSUSHITA	800	500	5	2(40*)	100(800)	15	1(3)	1(4)	TOP-3F	20
2SC3833	SANKEN	500	400	12	100*	100(500)	10	0,5(7)	1(3,5)	MT100	15
2SC3866	FUJI DENKI	900	800	3	40*	1000(900)	10	1(1)	1(4,8)	SC-67	17
2SC3883	HITACHI	1500	–	5	50*	500(1200)	–	2(5)	–	SC-65	25
2SC3909	SANKEN	900	800	5	100*	100(800)	10	1(1,5)	1(4,5)	MT-100	22
2SC3927	SANKEN	900	550	10	120*	100(800)	10	0,5(5)	1(5,5)	MT-100	27
2SC3979	MATSUSHITA	900	800	3	2(40*)	50(900)	8	1,5(0,8)	0,7(2,8)	TO-220FB	12
2SC3996	SANYO	1500	800	15	180*	10(800)	8(30)	5(12)	(3,2)	TO-3PBL	100
2SC3997	SANYO	1500	800	20	250*	10(800)	8(30)	5(16)	(3,2)	TO-3PBL	120
2SC4111	MATSUSHITA	1500	700	10	3,5(150)	10(750)	3(8)	5(7)	0,5(2,8)	TOP-3L	50
2SC4242	FUJI DENKI	450	400	7	40*	100(450)	10	0,8(4)	1(3)	TO-220AB	8
2SC4538	FUJI DENKI	900	800	5	80*	1000(900)	10	1(2)	1(4,8)	TO-3PF	27
2SD1402	SANYO	1500	800	5	120*	10(800)	8	5(4)	–	TO-3PB	12
2SD1403	SANYO	1500	800	6	120*	10(800)	8	5(5)	–	TO-3PB	12
2SD1428	TOSHIBA	1500	600	6	80*	10(500)	8	5(5)	–	2-16D3A	15
2SD1545	TOSHIBA	1500	600	5	50*	10(500)	8	5(4)	–	2-16E3A	16
2SD1554	TOSHIBA	1500	600	3,5	40*	10(500)	8	8(3)	–	2-16E3A	12
2SD1555	TOSHIBA	1500	600	5	50*	10(500)	8	5(4)	–	2-16E3A	12
2SD1651	SANYO	1500	800	5	60*	10(800)	8	5(4)	–	TO-3PML	12
2SD1877	SANYO	1500	800	4	50*	10(800)	8	5(2,5)	–	TO-3PML	10
2SD1878	SANYO	1500	800	5	60*	10(800)	8	5(4)	–	TO-3PML	10
2SD1887	SANYO	1500	800	10	70*	10(800)	8	5(8)	–	TO-3PML	18

Таблица 2

Транзистор	Предельные параметры при $t_{окр}$ = 25°С; * $t_{корп}$ = 25°С			$h_{21Э min}$	Корпус	Цена, тыс. руб.
	$U_{КБ}$, В	$I_К$, А	$P_К$, Вт			
2SC4517	800	3	30*	10	TO-220F	12
2SD1710	1500	5	100*	6	TOP-3F	12
2SD2331	1500	3	60*	3	SOT199	12
2SD2333	1500	5	80*	3	SOT199	12
BU2508A	1500	8	125*	–	–	12
BU2508DF	1500	8	45*	–	–	10
BU508A	1500	8	125*	3	TO-218	8
BU508DF	1500	8	34*	3	–	8
BUT11A	1000	5	100*	–	TO-220	6
BUT11AX	850	5	30*	25	TO-220	6
S2000AF	1500	8	125*	3	–	12

BUT11, BU508, BU2508 и др. по цене 1...3 долл.

А вот случаи сложного ремонта и средней сложности вполне заслуживают описания, так как отсутствие нужных транзисторов или информации по их применению надолго задерживают ремонт наиболее редких и дорогих видов бытовой техники.

Прежде всего, отметим, что по многим причинам подбор подходящих отечественных аналогов мощных импульсных транзисторов для замены неисправных импортных сделать не так просто. Не в последнюю очередь это связано с отсутствием подходящих по параметрам отечественных транзисторов в пластмассовых и миниатюрных корпусах. Исключением можно назвать, пожалуй, только транзисторы в металлических корпусах ТО-3, имеющие отечественные аналоги. Например, перечисленные в табл.1 приборы 2SC1942, 2SC3026 можно заменить на КТ838А, имеющий даже лучшие параметры [3], причем их размеры и цоколевки полностью совпадают.

Таблица 3

Транзистор	Встроенный резистор сопротивлением, Ом
2SC3883	Нет
2SD1428	36
2SD1554	36
2SD1555	39
2SD1651	51
2SD1877	43
2SD1878	43
2SD2331	47
2SD2333	24
2SD5072	27
BU2508DF	24
BU508DF	Нет

Несмотря на большое разнообразие типов корпусов мощных импульсных транзисторов, многие из них имеют близкие габаритные и присоединительные размеры, что при соблюдении определенных требований позволяет корректно их заменять. На рис. 1 показаны цоколевки транзисторов, перечисленных в табл. 1 и 2. Различные типы корпусов, близких по присоединительным размерам, сгруппированы и показаны одним рисунком. В действительности каждый корпус имеет индивидуальные особенности. Однако для выбора аналогов это не имеет большого значения. Важно только учитывать, изолирован ли транзистор полностью, имеет ли изоляционную втулку в креплении или коллектор транзистора электрически соединен с теплоотводящей пластиной корпуса.

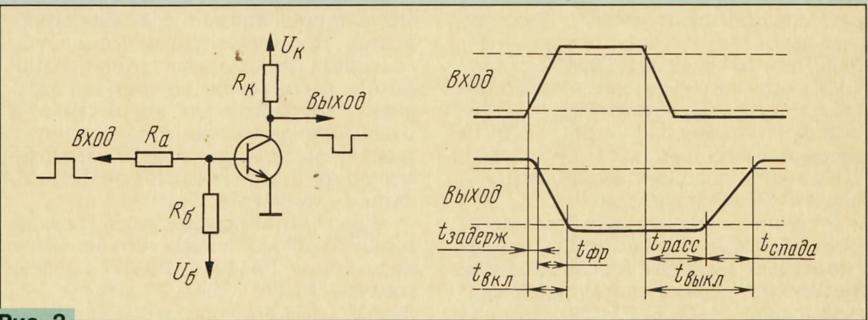


Рис. 2

Обратим внимание на некоторые характерные случаи замены транзисторов с различными корпусами. Например, неисправный прибор выполнен в изолированном корпусе, аналог не изолирован, но имеет пластиковую втулку в креплении. Здесь достаточно установить слюдяную или фторопластовую прокладку под корпус транзистора. Дополнительная изоляция винта крепления требуется для аналогов без изолирующей втулки. В ситуации, когда неисправный транзистор в неизолированном корпусе заменяют на «пластмассовый», необходимо оценить эффективность теплоотвода, так как температура кристалла изолированных транзисторов при одинаковых условиях будет выше, чем у их «металлических» аналогов.

Другие нюансы, возникающие при замене, такие как малая длина выводов и т. п., при проведении ремонта мало существенны и легко преодолимы. Основная проблема все же — выбор аналогов с нужными электрическими параметрами. Следует, однако, отметить, что, несмотря на большое число выпускаемых типов транзисторов, аналогов, у которых близки все или большинство измеряемых параметров, встречается не так уж много. Поэтому необходимо определять, какие из параметров имеют первостепенное значение, а какие вообще учитывать не обязательно. Сделать такие выводы можно, только имея достаточно четкое представление о конкретных условиях и схемах включения, в которых работает заменяемый транзистор.

Перейдем к конкретным ситуациям, наиболее часто встречающимся в ремонтной практике. В первую очередь, это касается подбора аналогов транзисторов для выходных каскадов импульсных блоков питания телевизоров, видеомагнитофонов и другой бытовой техники. В импульсных блоках питания видеомагнитофонов AKAI VS-G205, VS-G405, VS-G411, VS-G415, VS-G417, VS-G418, VS-G511 и др. применен ключевой транзистор 2SC4304 фирмы SANKEN, выполненный в изолированном корпусе FM20 (на время написания статьи транзистор отсутствовал в продаже и не включен в таблицы). К параметрам, на которые следует обратить внимание при подборе аналогов, относятся: $U_{КЭ\,max}$ = 800 В, $I_{К\,max}$ = 3 А, $P_{К\,max}$ = =35 Вт, $h_{21Э\,min}$ = 10 (при $I_К$ = 0,7 А), $t_{вкл\,max}$ = = 0,7 мкс, $t_{выкл\,max}$ = 4,7 мкс, $U_{КЭ\,нас\,min}$ = = 0,5 В (при $I_К$ = 0,7 А).

От быстродействия транзистора ($t_{вкл}$ / $t_{выкл}$, на рис. 2 показано, по какой схеме включения и как они определяются) зависит КПД преобразователя. Чем короче переходные процессы, тем меньше мощность, рассеиваемая на транзисторе. Поэтому замена на существенно менее быстродействующий, хотя и восстанавливает работоспособность аппарата, нередко приводит к повторным отказам из-за перегрева корпуса.

Напряжение насыщения $U_{КЭнас}$ в некоторой степени влияет на значение максимального импульсного тока транзистора и, следовательно, на мощность, отдаваемую в нагрузку, особенно при пониженном сетевом напряжении. Поэтому иногда транзисторы с большим $U_{КЭ\,нас}$ «не тянут», т. е. блок питания не развивает необходимую мощность (для конкретной схемы включения).

Из транзисторов в изолированных корпусах (перечисленных в таблицах) «кандидатами» на замену можно назвать 2SC3559, 2SC3866, 2SC3979 (встречаются и исполнения в «метал-

Рис. 1

ле»). Потребляемая мощность выше названных видеомагнитофонов AKAI не превышает 19 Вт, и если КПД блока питания принять равным 75%, то мощность, рассеиваемая на ключевом транзисторе, не превышает 5 Вт, что значительно меньше предельно допустимой для всех предполагаемых аналогов. Остальные их параметры весьма близки, поэтому для замены пригоден любой из них (более высокое $U_{КЭ\ нас}$ у 2SC3979 в нашем случае не имеет особого значения по причине небольшого токопотребления).

Самый дешевый и доступный аналог — 2SC3979. Правда, применим и более дешевый BUT11AX, но, к сожалению, отсутствие у автора полных справочных сведений по нему не позволяет его рекомендовать (хотя на практике ремонтники в подобных случаях широко используют транзисторы BUT11, BUT11A, BUT11AF, BUT11AX).

В предвыходном каскаде рассматриваемого блока питания применен дефицитный транзистор 2SD2132 фирмы RHOM, отличающийся низким сопротивлением «открытого ключа» $R_{откр}$ = 0,8 Ом (при $I_Б$ = 1 мА), $h_{21Э}$ = 560...2700 и высоким быстродействием $f_т$ = 350 МГц. Для замены подойдет распространенный 2SC4204 или 2SC3246.

Не менее широкое применение нашли мощные импульсные транзисторы в выходных каскадах блоков строчной развертки телевизоров и мониторов. В телевизорах FTM536, FTM542, FTM551 фирмы FISHER в блоке развертки применен дефицитный транзистор 2SD1425, выпускаемый фирмой TOSHIBA. Он выполнен в неизолированном корпусе 2-16D3A с пластиковой втулкой и имеет следующие параметры: $U_{КЭ\ max}$ = 600 В, $I_{К\ max}$ = 2,5 А, $P_К$ = 80 Вт, $h_{21Э\ min}$ = 8, $U_{КЭ\ нас}$ = 8 В, $f_т$ = 3 МГц. В него встроен резистор сопротивлением 36 Ом между базой и эмиттером, а в некоторых исполнениях — и защитный диод между коллектором и эмиттером. Полноценные недефицитные аналоги 2SD1426, 2SD1427, 2SD1428 отличаются только большим $I_{К\ max}$ (3,5; 5 и 6 А соответственно).

Из таблиц видно, что по электрическим параметрам для замены подходят и многие другие транзисторы, но выполненные в изолированных корпусах или без защитных диодов и резисторов. Это обстоятельство нужно обязательно учитывать, устанавливая при необходимости дополнительные диоды и резисторы и ориентируясь на конкретную схему включения.

Для обеспечения высокой надежности особо важно напряжение $U_{КЭ\ max}$, а не обычно указываемое в популярных справочниках $U_{КБ\ max}$, которое для рассматриваемых транзисторов всегда больше. Поэтому следует с осторожностью относиться к фразам вроде «транзистор на 1500 В», так как обычно имеют в виду $U_{КБ\ max}$.

Как видно из таблиц, для транзисторов "на 1500 В" сами производители допускают $U_{КЭ\ max}$, равное 600...800 В. С этой точки зрения лучшими по надежности будут транзисторы 2SD1402, 2SD1403, 2SD1651, 2SD1877, 2SD1878, 2SD1887 фирмы SANYO (из числа вошедших в таблицу).

Специфические трудности возникают при подборе транзисторов для видеокамер, поскольку во многих случаях трудно определить даже тип прибора (биполярный, полевой, n-p-n, p-n-p и др.) и его конкретное наименование. Непросто найти и справочные данные. Ниже указаны параметры ключевых транзисторов преобразователя напряжения, применяемого в широко распространенных у нас камкордерах PANASONIC: NV-M3000, NV-M9000, NV-MS4E, AG455 и др.

Q1001, Q1003 — 2SB1202 (p-n-p): $U_{КЭ\ max}$ = 50В, $I_{К\ max}$ = 3 А, $P_К$ = 1 Вт. $h_{21Э}$ = = 100...560, $U_{КЭ\ нас}$ = 0,7 В, $t_{вкл}$ = 0,07 мкс, $t_{выкл}$ = 0,48 мкс, корпус — SC-64 (SANYO).

Q1004 — 2SD1624 (n-p-n): $U_{КЭ\ max}$ = = 50 В, $I_{К\ max}$ = 3 А, $P_К$ = 0,5 Вт, $h_{21Э}$ = = 100...560, $U_{КЭ\ нас}$ = 0,5 В, $t_{вкл}$ = 0,07 мкс, $t_{выкл}$ = 1 мкс, корпус — SC-62 (SANYO).

Основная трудность при замене этих транзисторов связана с их миниатюрностью. Доступные транзисторы с подходящими параметрами трудно разместить в очень малом объеме под экраном преобразователя напряжения, а расположение их вне экрана недопустимо из-за большого уровня создаваемых помех (рабочая частота преобразователя — около 500 кГц).

В рассматриваемом случае транзистор 2SB1202 можно заменить на менее дефицитные 2SA1241, 2SA1244 (оба в корпусе SC-64), 2SA1020 (корпус TO-92MOD), 2SB892 (корпус SC-51), а также на отечественные 2Т836А, которые отличаются несколько меньшими быстродействием ($t_{вкл}$ = 0,3 мкс) и коэффициентом передачи тока ($h_{21Э}$ = 80...125).

Сравнительно недефицитный транзистор 2SD1207 в корпусе SC-51 можно считать близким аналогом 2SD1624. Реально применение и отечественных КТ630Д, КТ630Е, хотя в этом случае требуется небольшая конструктивная доработка преобразователя напряжения (увеличение высоты стоек крышки экрана).

В заключение приведем пример замены выходных транзисторов блоков кадровой развертки телевизоров. В современных аппаратах они выполнены преимущественно на специализированных микросхемах, а дискретные транзисторы использованы в моделях 70 — 80-х годов. Выходной каскад кадровой развертки телевизора HITACHI — CR415 (кинескоп 370CAB22, 37 см по диагонали) выполнен на комплементарной паре транзисторов 2SB546 (p-n-p) и 2SD401 (n-p-n), характеризующихся $U_{КЭ\ max}$ = 150 В, $I_{К\ max}$ = 2 А, $P_К$ = 25 Вт, $h_{21Э}$ = 40...200, $f_т$ = = 5 МГц, $U_{КЭ\ нас}$= 1 В, $I_{КБ\ обр}$ = 50 мкА, корпус — TO-220 AB. Транзисторы мало распространены, поэтому дефицитны. Однако они практически полностью эквивалентны отечественным КТ850В (n-p-n) и КТ851В (p-n-p) и, естественно, легко могут быть ими заменены.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Морита А.** Сделано в Японии. — М.: Изд. группа «Прогресс». — «Универс», 1993, с. 111—118.

2. Биполярные транзисторы. — Электронные компоненты, 1996, № 1, с. 41 — 44.

3. Транзистор КТ838 А. — Радио, 1994, № 3, с. 4; № 4, с. 45.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР УРОВНЯ

Л. ЛЕВИЦКИЙ, г. Мытищи Московской обл.

Этот относительно простой регулятор уровня сигнала выполнен на дискретных элементах. Его можно рекомендовать радиолюбителям, которые хотят ввести в свою аппаратуру электронные регуляторы, но не могут приобрести соответствующие микросхемы. Данный регулятор, при условии подбора элементов, позволяет получить параметры, необходимые для применения в высококачественной аппаратуре звуковоспроизведения.

Предлагаемый электронный регулятор уровня, в отличие от регулятора громкости, который может быть и тонкомпенсированным, выполнен по схеме сдвоенного дифференциального каскада, в котором звуковой сигнал подается в цепи эмиттеров, а коэффициент передачи изменяется в широких пределах посредством управления по цепи базы транзисторов.

Рис. 1

В микросхемах электронных регуляторов на транзисторах одной структуры (например К525ПС1) коллекторы дифференциальных каскадов нагружены на резисторы, подключенные к шине питания $+U_{пит}$ (рис. 1). Сопротивление резисторов R3 и R4 гораздо ниже динамического сопротивления транзисторов VT1—VT4, поэтому шумы и пульсации с шины питания поступают на выход без ослабления. Вследствие этого требуются источники питания с низким уровнем пульсаций.

Кроме того, такая структура не позволяет получить непосредственно максимальный размах выходного сигнала ±12 В при напряжении питания ±15 В, да и коэффициент нелинейных искажений получается значительным. Перечисленные факторы затрудняют применение таких устройств для регуляторов громкости в высококачественной аппаратуре.

Если каскад выполнить по симметричной схеме (рис. 2), то помехи по цепи питания можно значительно уменьшить. Помимо этого, здесь сигнал всегда остается симметричным, т.е. четные гармоники ниже, чем в исходном варианте. Но максимальный уровень выходного сигнала регулятора в таком включении транзисторов ограничен еще больше: он составляет всего около 300 мВ. Чтобы его увеличить, возможно, конечно, «развести» напряжение на базах транзисторов вплоть до величины ±(|Uпит|−1 В), но это потребует заметного усложнения устройства.

Проблему можно решить проще — подключением выхода регулятора к инверсному входу охваченного обратной связью ОУ в инвертирующем включении (действующего как преобразователь ток—напряжение). Его выходное напряжение зависит от отношения сопротивления резистора цепи обратной связи к сопротивлению источника сигнала (для ОУ). Максимальная же амплитуда сигнала при этом будет стандартной для конкретного типа ОУ и составит не менее 9 В, практически без повышения уровня гармоник.

В таком варианте регулятора полоса рабочих частот сузится до той, которую способен обеспечить этот ОУ, но для применения в звукотехнических устройствах имеются вполне современные ОУ с отличными параметрами.

Полная схема электронного регулятора (рис. 3) несколько сложнее функциональной. Такой регулятор использован для управления уровнем громкости в составе усилителя аудиокомплекса. Транзисторы VT1—VT4 представляют собственно электронный регулятор. Входной сигнал звуковой частоты через резисторы R4 и R5, преобразующие входное напряжение в ток, подается в точки соединения эмиттеров VT1, VT2 и VT3, VT4 соответственно. Базы транзисторов VT2 и VT3 соединены с общим проводом через резистор R1, а на VT1 и VT4 подается управляющее напряжение в пределах −50...+50 мВ, что приводит к перераспределению тока коллекторов VT1 — VT4 либо на общий провод, либо на инверсный вход ОУ DA1. Последний усиливает его в соотношении R10/[(R4 · R5)/(R4 + R5)] для максимального коэффициента передачи сигнала.

Для приведенной схемы коэффициент максимального усиления $K_{макс}$= 4,4. Изменением резисторов R4, R5 и R10 его можно сделать практически любым, допускаемым для применяемого ОУ.

При таком построении все транзисторы регулятора работают при практически неизменном напряжении на коллекторах, и поэтому гармонические искажения не возникают. Основным источником искажений остается ОУ, им и определяется качество регулятора в целом.

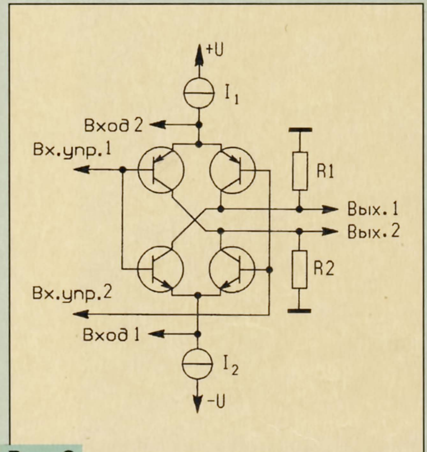


Рис. 2

Примененный ОУ может быть заменен другим, с малым коэффициентом гармоник на звуковых частотах и скорректированный для единичного усиления. В электронном регуляторе некоторые ОУ целесообразно дополнить двумя дополнительными транзисторами VT5, VT6 для снижения переключательных искажений выходного каскада (перевод в режим работы в классе А при снижении выходного тока). Но это вовсе не обязательно.

Транзисторы в регуляторе допустимо применять и другие: например,

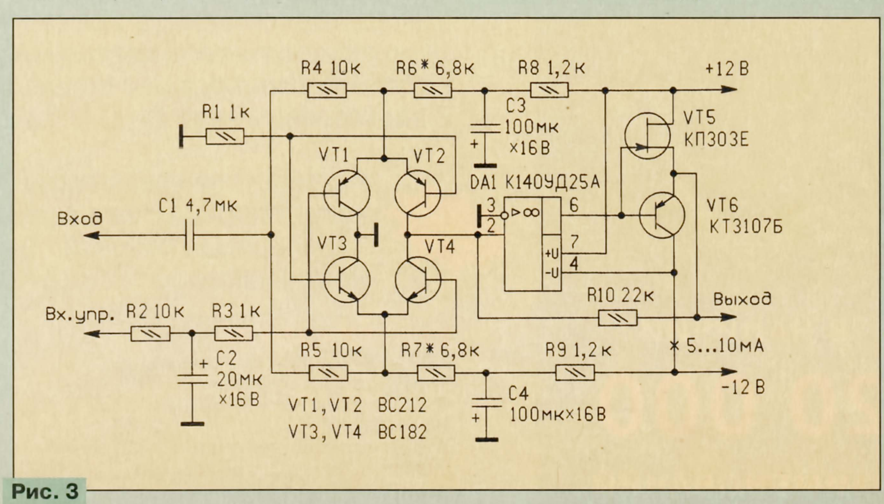


Рис. 3

комплементарные пары серий КТ3107 и КТ3102, КТ315 и КТ361 с любыми буквенными индексами при условии, что их коэффициент передачи тока базы более 100 в диапазоне токов регулирования. Если он заметно падает при уменьшении тока коллектора, то это создает дополнительные искажения. Полевой транзистор может быть серии КП307. Все резисторы МЛТ-0,125, электролитические конденсаторы — К50-6 или аналогичные, входной конденсатор — с пленочным диэлектриком (например серии К73).

В данном регуляторе напряжение на транзисторах практически постоянно, но токи меняются значительно, и с целью уменьшения этих изменений ток смещения дифференциальных каскадов выбран в несколько раз большим, чем входной.

Нужно также обратить внимание на необходимость установки дополнительных резисторов R1 и R3; без них усилитель возбуждается. Возможно, что окажется достаточно одного R1, допустимо также уменьшить их сопротивление, но не ниже 200 Ом.

Источник питания допустимо использовать с нестабилизированным напряжением, но с достаточно хорошим подавлением пульсаций (до порядка 0,01...0,1%).

Настройка регулятора заключается в следующем. Сначала при максимальном коэффициенте передачи ($U_{упр}$= +50 мВ) устанавливают нулевое смещение на выходе ОУ подбором резистора R6 (или R7). В авторском экземпляре регулятора такого подбора не потребовалось (допустимо отклонение сопротивлений резисторов до 5 —10 %).

Несколько больше влияет на этот параметр разница в напряжении $U_{БЭ}$ для транзисторов регулятора (при одинаковом токе). После проверки и, если нужно, установки нуля на выходе ОУ при максимальном коэффициенте передачи проверяется постоянная составляющая при уменьшении усиления на 6 дБ ($U_{упр}$= 0), когда отклонение достигает максимума.

В авторском варианте в каждом из каналов регулятора отклонение от нуля достигало 1...3 В. Исправить это можно либо подбором одного из транзисторов регулятора (любого), либо введением цепи смещения в разрыв между базами пары транзисторов (тоже любой). Можно, однако, как и автор, оставить это без дополнительной балансировки или подбора, так как даже в худшем случае для неискаженного сигнала остается размах сигнала до напряжения ±5 В.

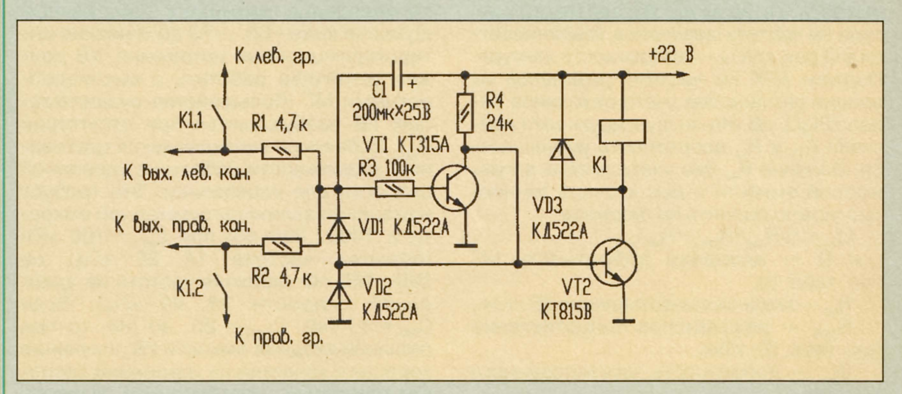
От своих аналоговых собратьев регулятор отличается более низким коэффициентом гармоник (менее 0,2 %), а от цифровых — возможностью обрабатывать входные сигналы с напряжением, сколько угодно превышающим питающее, и отсутствием модуляции сигнала регулирующим. Кроме того, регулировка уровня имеет плавный характер (если управляющее напряжение изменяется без скачков). Если управляющее напряжение создавать цифровым методом, то появится дискретность, но без модуляции. ■

УСТРОЙСТВО ЗАДЕРЖКИ ВКЛЮЧЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Ю. ЗАЛИСКИЙ, г. Львов, Украина

Анализ функциональных возможностей как простых [1], так и более сложных [2, 3] устройств задержки включения и защиты громкоговорителей показывает, что при их реализации нет необходимости делать два канала защиты, поскольку аварийное состояние одного из каналов должно исключать возможность эксплуатации усилителя вообще. Отпадает и надобность в индикаторах срабатывания защиты, так как их функции могут выполнять сами громкоговорители. С учетом этих обстоятельств автору удалось существенно упростить устройство защиты громкоговорителей.

Принципиальная схема этого устройства показана на рисунке. Оно состоит из входного ФНЧ R1R2C1, реле времени на транзисторе VT1 и элементах R1-R4, C1 и ключа на транзисторе VT2. В момент включения питания конденсатор C1 начинает заряжаться через резисторы R1, R2. В течение времени его зарядки транзистор VT1 будет открыт, VT2 закрыт и ток через обмотку реле не потечет. Резистор R3 устраняет влияние базового тока транзистора VT1 на зарядку конденсатора и увеличивает положительный порог срабатывания устройства защиты. Когда конденсатор зарядится, напряжение на базе транзистора VT1 упадет и он закроется, а связанный с ним ключевой транзистор VT2 откроется и через обмотку реле K1 потечет ток. Реле сработает, и его замкнувшиеся контакты K1.1 и K1.2 подключат громкоговорители к усилителю. Задержка включения равна примерно 4 с.



Если на каком-то из выходов усилителя появится постоянное напряжение положительной полярности, это приведет к частичной разрядке конденсатора C1, открыванию транзистора VT1 и закрыванию транзистора VT2. В результате ток через обмотку реле прекратится и его контакты отключат громкоговорители от усилителей. Если же на выходах последних появится постоянное напряжение отрицательной полярности, то оно непосредственно через диод VD1 поступит на базу транзистора VT2, закроет его и таким образом обесточит реле K1, контакты K1.1, K1.2 которого разомкнутся и снова отключат громкоговорители от усилителя. Диоды VD1, VD2 ограничивают максимальное отрицательное напряжение на базе входного транзистора VT1 на уровне 1,3 В.

Хотя и в режиме защиты громкоговорителей, и в режиме задержки их включения конденсатор C1 заряжается через одни и те же цепи, время срабатывания защиты на порядок меньше, поскольку для этого конденсатор должен изменить свой потенциал всего на несколько вольт. Пороги срабатывания защиты составляют не более ±4 В.

Правильно изготовленное устройство начинает работать сразу и настройки не требует. Диоды можно применить любые кремниевые. Остальные элементы желательно применить те, которые указаны в схеме. Реле K1 — РЭС-9, паспорт РС4.524.200 с сопротивлением обмотки примерно 400 Ом. Подойдет и любое другое реле, срабатывающее при выбранном напряжении питания, но в этом случае нужно подобрать резистор R4, от которого зависит отрицательный порог срабатывания защиты. Устройство работоспособно при изменении напряжения питания в пределах 20...30 В. При другом напряжении питания нужно будет изменить сопротивление резистора R4.

Недостаток этого устройства — необходимость питания его от источника с пульсациями не более 1 В, иначе возможны ложные срабатывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Войшвилло А.** О способах включения нагрузки усилителей НЧ. — Радио, 1979, № 11, с. 36, 37.
2. **Барабошкин Д.** Блок защиты усилителя мощности. — Радио, 1983, № 8, с. 62, 63.
3. Устройства защиты громкоговорителей. — Радио, 1986, № 10, с. 56—58.

ФЕРРИТОВЫЕ МАГНИТНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ ЗВУКОЗАПИСИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

В. САЧКОВСКИЙ, г. Санкт-Петербург

Структурная схема канала воспроизведения показана на рис. 14. Усилитель воспроизведения имеет АЧХ, обратную АЧХ идеальной головки $D_{Рид}$ (см. рис. 13), а коррекция АЧХ на верхних звуковых частотах обычно осуществляется за счет резонанса последовательного контура, образованного индуктивностью $L_{мг}$ и суммарной емкостью, состоящей из $C_{мг}$, емкости монтажа $C_{пар}$, входной емкости усилителя $C_{вх}$ и дополнительной емкости $C_{доп}$. Напряжение на суммарной емкости, т.е. на входе УВ, для такого контура на частоте резонанса увеличивается в Q раз, где Q — добротность контура. Подъем АЧХ на частоте резонанса от уровня сигнала без учета резонанса равен 20lgQ, дБ. Из-за шунтирующего действия $R_{вх}$ и $R_{ш}$ добротность уменьшается. Влияние $R_{вх}$ без учета потерь в суммарной емкости с достаточной точностью можно оценить по формуле

$Q_{ш} = Q \cdot R_{вх}/(R_{рез} + R_{вх})$,

где Q — исходная добротность МГ (см. табл. 5);

$R_{вх}$ — входное сопротивление УВ, кОм;

$R_{рез}$ — резонансное сопротивление (см. табл. 5), кОм;

$Q_{ш}$ — добротность шунтированного контура.

Так, при Q = 15, $R_{рез}$ = 150 кОм, $R_{вх}$ = = 100 кОм получаем $Q_{ш}$ = 6, т. е. подъем АЧХ на 15,6 дБ. При $R_{вх}$ = 1000 кОм, $Q_{ш}$ = 13 (подъем АЧХ на 22,3 дБ). Благодаря высокому качеству поверхности МГ из МКФ реально требуемый подъем АЧХ составляет всего от 6 до 10 дБ, что соответствует $Q_{ш}$= 2...3. Рассчитать приблизительную величину $R_{ш}$, необходимую для получения желаемой добротности, можно по формуле

$1/R_{ш} = (Q - Q_{ш})/(Q_{ш}R_{рез}) - 1/R_{вх}$,

где $R_{ш}$ — шунтирующее сопротивление, кОм;

$Q_{ш}$ — требуемая добротность шунтированного контура;

$R_{рез}$ — сопротивление по табл. 5, кОм;

$R_{вх}$ — входное сопротивление усилителя, кОм.

Так, для $Q_{ш}$ = 3 (подъем АЧХ не более 10 дБ) при Q = 15, $R_{рез}$ = 150 кОм, $R_{вх}$ = = 100 кОм, $R_{ш}$ = 60 кОм; для $R_{вх}$ = = 1000 кОм – $R_{ш}$ = 39 кОм.

Можно выделить две задачи, при решении которых целесообразно использование ферритовых МГ:

— замена изношенной МГ на имеющемся аппарате;

— разработка канала воспроизведения с целью максимальной реализации возможностей ферритовых МГ, а именно — достижение малого уровня шума (благодаря малому R_s, см. табл. 5), хорошей линейности при воспроизведении, широкой полосы воспроизводимых частот и хороших импульсных характеристик.

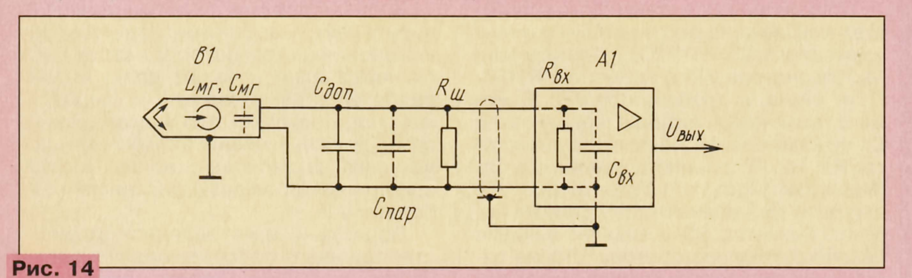


Рис. 14

Последняя задача сводится к разработке "совместимого" усилителя воспроизведения, имеющего собственные шумы не хуже –65...–70 дБ и низкие интермодуляционные искажения. УВ должен устойчиво работать с высокодобротными МГ (большинство существующих УВ возбуждаются при отсутствии $R_{ш}$). Добавочно накладывается требование возможности работы на удвоенной скорости для перезаписи. Это требует изменения величины суммарной емкости с 1300...630 пФ при $L_{мг}$ = 100 мГн (верхняя частота 14...20 кГц) на 320...160 пФ (верхняя частота на удвоенной скорости 28...40 кГц). Если $C_{мг}$ = 11 пФ, $C_{пар}$ = 20...40 пФ, то при большой входной емкости УВ получение хорошего качества на удвоенной скорости становится невозможным. Изменение суммарной емкости достигается двумя способами:

— переключением конденсатора $C_{доп}$;

— электронным регулированием $C_{вх}$.

Подробное описание вариантов электронного регулирования $C_{вх}$ и анализ влияния динамической емкости даны в [17], но предложенный там вариант УВ имеет уровень шумов –58 дБ, что явно недостаточно. Гораздо лучшие параметры имеет усилитель на полевых транзисторах с p-n переходом, описанный в [5]. Возможно, параллельное включение N однотипных малошумящих полевых транзисторов, при котором ЭДС собственных шумов уменьшается в $\sqrt{N}$ раз, позволяет разработать "совместимый" УВ для кассетного магнитофона с уровнем шума ниже –70 дБ (головки из МКФ это позволяют). Но вопрос использования удвоенной скорости остается открытым — велика динамическая входная емкость.

Определим верхнюю частоту $f_{верх}$ для разных типов выпускаемых ферритовых МГ, исходя из требования необходимой неравномерности АЧХ канала воспроизведения. Типовые АЧХ каналов воспроизведения для трех типов МГ без учета коррекции на верхних частотах показаны на рис. 15. Эти АЧХ получены по данным для МГ 3Д24.750 — 3Д24.752 (см. рис. 13). Накладывая на эти кривые при разных спадах АЧХ резонансные кривые входного контура, можно убедиться, что приемлемая неравномерность суммарной АЧХ получается, если за $f_{верх}$ принять частоту, на которой спад АЧХ без коррекции не превышает –10 дБ. Для 3Д24.752 $f_{верх}$= 14...16 кГц, для 3Д24.751 $f_{верх}$= 16...18 кГц, а для 3Д24.750 $f_{верх}$= 18...20 кГц. На рис.15 приведены резонансные кривые от уровня –10 дБ на частоте 20 кГц при $Q_{ш}$, равной 10, 3 и 2, а также вид суммарной АЧХ канала воспроизведения. Как видно, оптимальная коррекция верхних частот для МГ 3Д24.750 происходит при величине $Q_{ш}$ между 2 и 3.

Поэтому при установке ферритовой МГ в магнитофон, если в УВ есть регулировка коррекции верхних частот (кроме формирования стандартных постоянных времени τ_1 и τ_2), и/или цепи положительной обратной связи для увеличения добротности входного контура [17] нужно вывести их регулировки на минимум. После этого параллельно МГ надо подключить в качестве $R_{ш}$ малогабаритный подстроечный резистор с номиналом в пределах 80...100 кОм, установив его максимальное значение и отключив имеющийся в УВ шунтирующий резистор.

При установке МГ, кроме обычно проверяемых наклона (азимута), центровки и "кивка" головки, необходимо проверять глубину вхождения МГ в кас-

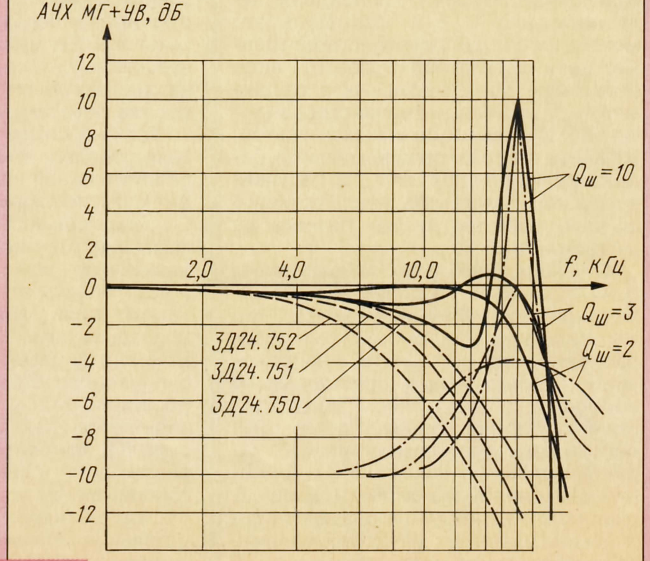


Рис. 15

(Окончание. Начало см. в "Радио" 1998, № 3, 4)

сету. Из-за чрезмерного прижима ленты к рабочей поверхности, кроме повышенного износа МГ, возникают и фрикционные "свисты", особенно если рабочая поверхность загрязнена следами клея от липкой ленты, которой приклеиваются ракорды.

Проверку удобнее всего проводить с помощью кассеты, в верхней крышке которой сделан вырез в том месте, где головка входит в кассету. Зона контакта рабочей поверхности с магнитной лентой должна лежать в пределах 3,5...4,5 мм симметрично по отношению к зазору.

Если при включении аппарата УВ возбуждается, необходимо уменьшить величину $R_ш$ до исчезновения возбуждения.

Верхняя частота берется либо равной $f_{верх}$ конкретного типа МГ, либо занижается, если магнитофон не обеспечивает необходимой стабильности азимута движения магнитной ленты или УВ имеет ограничение по верхней частоте. Настройка входного контура на эту частоту производится подбором $C_{доп}$. Ввиду высокой износостойкости головок из МКФ (износ 3 мкм за 1000 ч) подстройки в процессе эксплуатации не требуется. Частота резонанса определяется по максимуму выходного сигнала УВ при подаче магнитного поля сигнала в зазор МГ с помощью катушки на рамке-формирователе по [9]. Каркас такой рамки имеет размеры 8×75×3 мм, число витков — 20±5 проводом ПЭВ 0,2. Сигнал с генератора подается через ограничительный резистор 100 Ом. Этот способ не требует нежелательных паек на платах магнитофона. Магнитное поле в зазор можно также подавать с помощью гибкого проводника, наклеенного на рабочую поверхность МГ в области зазора (клеить удобно спирторастворимым клеем типа БФ-6).

Наиболее удобно настройку на $f_{верх}$ и АЧХ канала воспроизведения производить с помощью сигналограммы измерительных лент типа ЗЛИТ1.Ч.4-120 [9], состоящей из пачек частотных посылок. Частота повторения пачек 18 Гц, длительность одной частотной посылки не менее 3 мс, пауза между посылками 1 мс, максимальная частота 14 кГц. Частота резонанса определяется с помощью осциллографа по максимальной амплитуде соответствующей частотной посылки. Если же $f_{верх}$ больше 14 кГц, либо такой измерительной ленты нет, то ее можно сформировать с помощью персонального компьютера. В память записывается ряд необходимых посылок, которые записываются на кассету с помощью хорошо настроенного магнитофона, имеющего достаточный частотный диапазон. Длительность посылок и частота повторения такие же, как у ЗЛИТ.Ч.4-120. Число частотных посылок — до 10. При частоте дискретизации 44 кГц может быть получена максималь ная частота до 20 кГц, при частоте дискретизации 54 кГц — до 24...25 кГц. Подойдет также лента типа ЗЛИМ.УНЧК.4 производства АО "Магнолия" (около $8... 10), на которой есть все необходимые сигналы (для проверки АЧХ, детонации, номинального уровня, баланса и т.д.).

После настройки входного контура на $f_{верхн}$ выставляют номинальный уровень на линейном выходе и соответствующие показания индикаторов в режиме воспроизведения. Для этого необходима измерительная лента с сигналограммой опорной частоты номинального уровня. Регулировку линейности АЧХ производят подстроечным резистором $R_ш$, который затем заменяют на постоянный. При использовании самодельной измерительной ленты для регулировки АЧХ необходимо следить за тем, чтобы уровень записи был на уровне −20 дБ. Для этого при записи на эталонном магнитофоне входное напряжение уменьшают в 10 раз по отношению к номинальному. При достаточном опыте регулировку АЧХ допустимо выполнить и без измерительной ленты по схеме на рис. 16, выставляя подъем верхних частот равным спаду типовых АЧХ (см. рис. 15). Вполне удовлетворительно можно подстроить АЧХ, установив $R_ш$ с сопротивлением, рассчитанным по данным табл. 5 для $Q_ш = 2$ при известном $R_{вх}$. Настройка "на слух" с использованием музыкальных фонограмм, как правило, дает отрицательные результаты из-за маскировки самых высокочастотных сигналов среднечастотными и разницы в качестве и спектральном балансе записей. В то же время $R_{вх}$ легко удается измерить, например, компенсационным методом.

Рис. 16

Оценка нелинейности канала воспроизведения обычно требуется при разработке УВ или при сравнении МГ из разных материалов. Если такая потребность возникнет, рекомендуется проводить оценку нелинейности методом разностного тона Twin-Ton-Test [18]. При этом на вход подают два испытательных сигнала одинаковой амплитуды с отношением частот 1:1,06. Если амплитуда продуктов их интермодуляции составляют 4,7% от амплитуды испытательных сигналов, то это соответствует коэффициенту $К_3 = 3\%$ для одного из испытательных сигналов.

Для получения хорошего звука, как это давно обосновано за рубежом и наконец-то признано и у нас [19], необходимо добиваться получения коэффициента интермодуляционных искажений $К_и$ меньше 0,003%. На практике качественную оценку $К_и$ проводят, подавая магнитное поле испытательных сигналов в зазор МГ, как было описано ранее. Частоту сигналов при этом удобно выбирать от $f_{верх}$ до $f_{верх}/2$ с разностью между ними в 0,5...1 кГц. Амплитуду сигналов увеличивают от нуля до номинального уровня на линейном выходе УВ. Если при акустическом прослушивании такой комбинации, лучше на высококачественные головные телефоны, начинает прослушиваться разностный тон, это означает, что $К_и$ становится больше 0,003% [18; 19]. Для более точной оценки $К_и$ необходим анализатор спектра.

Как уже отмечалось, благодаря минимальному объему перемагничиваемого материала, нормированию коэрцитивной силы H_c и хорошим высокочастотным свойствам материала, кассетные головки из МКФ имеют достаточно низкую нелинейность при воспроизведении: меньшую, чем у сендастовых головок и сравнимую с лучшими пермаллоевыми головками. Однако при записи на МЛ типа IV МЭК наблюдаются явления, связанные с насыщением кромок рабочего зазора. Рeзультаты исследования такого эффекта приведены в [20], где показано, что увеличение поля в зазоре H_G (в эрстедах, Э) свыше значения, соответствующего половине величины индукции насыщения $B_{нас}$ (в гауссах, Гс), приводит к насыщению кромок рабочего зазора. Как следствие, расширяется зона записи, увеличиваются потери и возрастают нелинейные искажения. Там же приводится эмпирическая формула для определения необходимого поля в зазоре H_G (Э) при ширине зазора g (мкм), требуемой для записи с предельным уровнем сигнала с длиной волны λ (мкм) на носитель с коэрцитивной силой H_c (Э):

$$H_G = (1{,}7/g^{0{,}33} + 0{,}8\ \lambda/g^{0{,}78}) \times H_c.$$

В [20] также показано, что эта величина близка к оптимальной напряженности поля подмагничивания для записи с высокочастотным подмагничиванием.

Коэрцитивная сила H_c различных типов МЛ лежит в пределах [18]:

— 24...28 кА/м (300...350 Э) для МЛ типа I (Fe_2O_3);

— 35...40 кА/м (440...500 Э) для МЛ типа II (CrO_2 и его заменители);

— 80...120 кА/м (1000...1500 Э) для МЛ типа IV (Metal).

Отсюда необходимое поле в зазоре H_G (Э):

— для МЛ типа I при $f_{верх}$ = 14 кГц (λ = 4,76 см/с (10^4/14000 Гц = 3,4 мкм) g = 1,8 мкм, H_G = 940...1100 Э;

— для МЛ типа II при $f_{верх}$ = 16 кГц (λ = 3,0 мкм), g = 1,5 мкм, H_G = 1400... 1620 Э;

— для МЛ типа IV при $f_{верх}$ = 20 кГц (λ = 2,38 мкм), g = 1,0 мкм, H_G = 3600... 5400 Э.

Для работы с МЛ типа I необходим материал с $B_{нас}$ > 2900 Гс (0,29 Тл):

— с МЛ типа II — с $B_{нас}$ = 3250 Гс (0,33 Тл);

— с МЛ типа IV — с $B_{нас}$ = 7200... 10800 Гс (0,72...1,08 Тл).

Сравнивая полученные значения для $B_{нас}$ с данными табл. 3, можно сделать вывод, что не только ферритовые МГ, но и металлические МГ не гарантируют записи без чрезмерных искажений на все имеющиеся МЛ типа IV. Сообщение о разработке МЛ для звукозаписи с H_c = 160 кА/м (2000 Э) в [18] увеличивает требование к $B_{нас}$ материала до $B_{нас}$ > 1,4 Тл.

Существует конструкция ферритовой МГ, в которой для защиты кромок зазора от насыщения на внутренние стенки зазора нанесен слой металлического сплава с $B_{макс}$ > 1,4 Тл толщиной 2...10 мкм. Это так называемые "MIG" головки ("Metal-In-Gap" — метал в зазоре) [21; 22]. Такие головки

довольно широко применяют в видеотехнике, но для целей звукозаписи наша (да и зарубежная) промышленность их практически не выпускает, вероятно, из-за ограниченного распространения лент типа IV (повышенная стоимость, а главное — отсутствие аппаратов, реализующих их достоинства).

Для серийно выпускаемой МГ типа 3Д24.750 с g = 1 мкм при записи сигнала с $f_{верх}$ = 20 кГц на МЛ типа II необходим материал сердечника в зоне зазора с $B_{макс}$ > 0,36 Тл, что выполнено с достаточным запасом (по табл. 3 у МКФ $B_{макс}$ = 0,43...0,5 Тл). Поэтому утверждение, что "ферритовые головки... дают наибольший уровень нелинейных искажений (в режиме записи)" [2], применительно к головкам из МКФ представляется некорректным. Непосредственные измерения показывают обратное.

И наконец, о настройке усилителя записи при установке ферритовых МГ. При настройке канала записи в первую очередь необходимо убедиться, что частота подмагничивания $f_{подм}$ меньше резонансной частоты $f_{рез}$ контура, образованного индуктивностью МГ $L_{мг}$ и суммарной емкостью C_{Σ}, состоящей из собственной емкости МГ, выходных емкостей генератора и усилителя (фильтр-пробки) и емкости монтажа. Желательно, чтобы $f_{подм}$ < 0,8 $f_{рез}$ или, по данным табл. 5, $f_{подм}$ < 84...96 кГц. Если емкость $C_{мг}$ была измерена, как рассмотрено ранее, то можно получить более точное ограничение по величине $f_{подм}$. При $f_{подм}$ = $f_{рез}$ контур $L_{мг}C_{\Sigma}$ работает как фильтр-резонатор, при этом любое температурное изменение величин $L_{мг}$ и C_{Σ} приводит к изменению тока подмагничивания, а его величина оказывается сильно завышенной. Если $f_{подм}$>$f_{рез}$, то ток подмагничивания шунтируется C_{Σ} и, если он регулируется не резисторами, а подстроечными конденсаторами, может резко возрасти нагрузка на генератор.

Из-за малых потерь подмагничивания для ферритовых МГ оптимальный ток оказывается в 2...3 раза меньшим, чем у металлических головок (при прочих равных условиях). Ток записи меньше, но незначительно. Это приводит к тому, что штатных регулировок для установки (уменьшения) тока подмагничивания не хватает, приходится либо вводить в разрыв цепи тока дополнительное сопротивление 50...200 кОм, либо, если позволяет уровень стирания, уменьшать напряжение питания генератора (что хуже). Если ток подмагничивания подается через разделительную емкость, то уменьшать ее не следует (лучше поставить последовательный резистор), чтобы не попасть еще и в последовательный резонанс этой емкости и индуктивности головки.

Особенно внимательно надо относиться к этому при установке записывающих МГ 3А24.751 и 3А44.171 на аппараты скоростной перезаписи. Если частота $f_{подм}$ более 200 кГц для 3А24.751 и выше 500 кГц для 3А44.171, регулировка тока подмагничивания может оказаться невозможной из-за резонансных явлений. При настройке тока подмагничивания для МГ типа 3А44.171 из-за проникания подмагничивания с соседнего канала иногда не хватает регулировок, уменьшающих ток подмагничивания (на частоте 500 кГц уровень проникания у этой МГ −30 дБ). С проникания можно бороться, зашунтировав канал, где сказывается это явление, резистором 10 кОм.

Перед установкой оптимального тока подмагничивания целесообразно выбрать основной тип МЛ, с которой предполагается работать.

Выбор проводится обычно по соотношению "цена—качество". Как правило, у каждого пользователя имеется апробированный, "привычный" тип МЛ, но при установке новой долговечной МГ можно использовать и другие типы, ориентируясь по данным [23, 24, 25]. По опыту неплохие результаты, особенно в отношении частотных характеристик, искажений и "прозрачности" звучания, показывают ленты, производимые не очень известной у нас корейской фирмой Sunkuong Magnetics Corp. (торговая марка SKC).

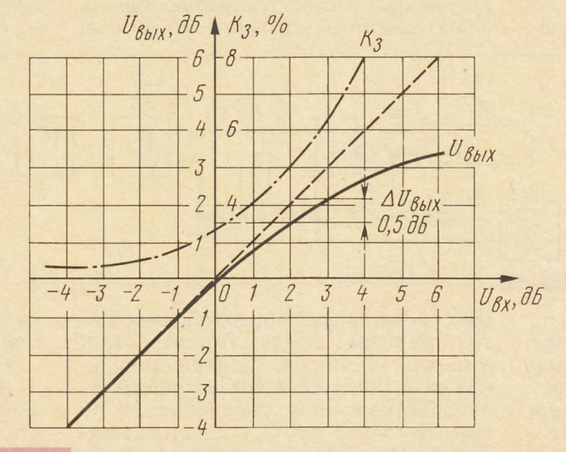


Рис. 17

Как уже отмечалось, раньше в индивидуальном паспорте на МГ приводились значения токов записи и подмагничивания, полученные для типовых МЛ — R723DG (МЭК I) и S4592A (МЭК II). По этим данным путем пересчета [23, 24] можно было определить токи для выбранного типа МЛ. Сейчас этих данных нет. Настройка оптимального тока $I_{подм}$ начинается с определения зоны регулирования и, при необходимости, установки дополнительного сопротивления. Для этого, уменьшая $I_{подм}$, находят точку, в которой сигнал частотой 6,3 кГц записывается с максимальным уровнем. Затем, увеличивая этот ток, уменьшают уровень на 1...3 дБ. Оптимальный ток устанавливают либо по минимальным шумам выбранного типа МЛ, либо по минимальным нелинейным искажениям при записи тона частотой 315 Гц. Эти значения обычно близки. Окончательная настройка зависит от возможностей магнитофона. Если УВ (при τ_1 = 120 мкс) имеет шумы хуже −54...−57 дБ (увы, таких УВ немало), то настройка на минимум шумов МЛ затруднена.

Настройку на минимум искажений можно производить без селективного вольтметра, используя способ, описанный в [18]. Нелинейные искажения определяются по отклонению передаточной характеристики при записи сигнала опорной частоты от прямой линии (в логарифмическом масштабе в дБ). Отклонение на 0,5 дБ соответствует 3 % нелинейных искажений (рис. 17). Этот способ в [18] описан для катушечных магнитофонов, для кассетных магнитофонов требуется проверка точности получаемых результатов. Вообще говоря, опытный настройщик замечает искажения 3 % и более по искажению формы синусоиды.

После установки токов подмагничивания необходимо проверить линейность АЧХ во всем диапазоне частот. Возможно, потребуется уменьшение коррекции верхних частот в УЗ. Установка "нуля" индикаторов записи на номинальный уровень проводится, как обычно, после калибровки УВ по измерительной ленте или же исходя из перегрузочной способности МЛ (и УЗ) по компромиссу между шумами и искажениями.

Данная статья посвящена только серийным головкам, поэтому влияние таких конструктивных параметров, как ширина зазора, наличие заднего зазора и т. п., на качество записи здесь не рассматривалось.

В заключение одно предупреждение: из-за хороших высокочастотных и диэлектрических свойств материала ферритовые головки чувствительны к высокочастотным помехам от радиостанций, от искрения коллектора двигателя, а также от двигателей с импульсным управлением. Это требует тщательной развязки цепей их питания, в том числе и общего провода. Иногда для уменьшения помехи требуется поворот коллекторных двигателей вокруг оси (что обычно предусмотрено в конструкции магнитофонов), а когда это не помогает, приходится устанавливать медный высокочастотный экран под посадочной площадкой МГ. Если позволяет конструкция, нелишне экранировать и кассетоприемник.

ЛИТЕРАТУРА

18. **Василевский Ю.** Носители магнитной записи. —М.: Искусство, 1989, с. 200—215, 231.

19. **Костин В.** Психоакустические критерии качества звучания и выбор параметров УМЗЧ. — Радио, 1987, № 12, с. 40—43.

20. **Джефферс Ф.** Магнитные головки для записи информации с высокой плотностью. — ТИИЭР, 1986, т. 74, № 11, с. 78—97.

21. **Jeffers F. J.** et al. A "MIG" — type head for magnetic recording. — IEEE Transactions on Magnetic, 1982, v. MAG-18, № 6, p. 1146—1148.

22. Analysis of Metal-in-Gap Heads. — IEEE Transactions on Magnetic, 1984, v. MAC-20, № 5, p. 872, 873.

23. **Карнаухов Е.** Аудиокассеты. — Радио, 1995, № 8, с. 51, 52.

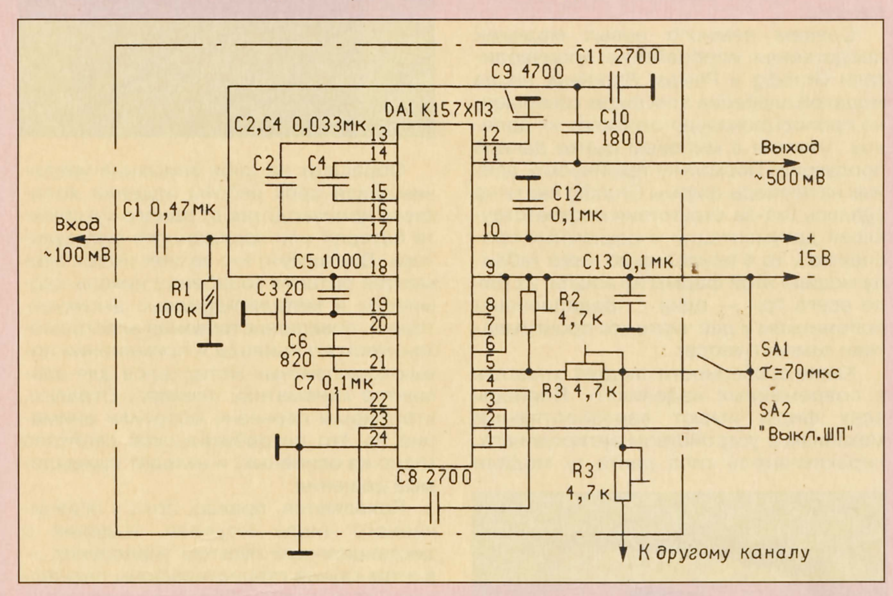
24. **Сухов Н.** 66 компакт-кассет на рынке СНГ. — Радио, 1993, № 10, с. 10—15.

25. Кассеты для магнитной записи звука. — Радио, 1991, № 4, с. 82, 83.

ДОРАБОТКА ШУМОПОДАВИТЕЛЯ НА К157ХП3

ИМС динамического фильтра К157ХП3, используемая в типовой схеме включения, на малых уровнях недостаточно четко обрабатывает самые высокочастотные составляющие сигнала. Избавиться от этого недостатка довольно просто: наряду с предложенным в [1] изменением емкости конденсаторов С2, С4 и С8 (см. рисунок), следует соединить между собой попарно выводы 1 и 3, а также 6 и 9 DA1. При этом конечная частота среза динамического фильтра сместится к верхней границе звукового диапазона. Чтобы увеличить эффект шумопонижения на средних частотах, нужно отключить вывод 7 DA1. В измененном таким образом шумоподавителе фактически отсутствует потеря мелких деталей фонограммы на самых высоких частотах.

Доработка не требует никаких изменений в печатной плате (вместо резисторов нужно установить перемычки). Вывод 8 DA1 может оставаться в контакте с выводами 6 и 9.



Настраивают шумоподавитель, как и обычно, при воспроизведении чистой, без фонограммы, магнитной ленты. Движки резисторов R3 и R3' устанавливают в крайние соответственно правое и верхнее по схеме положения. Вначале для лент типа I (или скорости 9,53 см/с у катушечных магнитофонов) устанавливают порог шумопонижения резистором R2, а для лент типов II, III, IV (или скорости 19,05 см/с) — резистором R3 при нажатии SA1. При этом, если шумы источника сигнала малы, при полностью выведенном R3, возможно, не удастся установить порог шумопонижения — в данной ситуации необходимо увеличить входной сигнал, а на выходе шумоподавителя установить делитель. В этом случае несколько возрастут нелинейные искажения, которые можно снизить, используя внешний ОУ [2].

Автором был использован сдвоенный ОУ КР574УД2Б, в цепи обратной связи которого были включены конденсаторы емкостью 20 пФ. Здесь коэффициент усиления шумоподавителя устанавливают, изменяя глубину ОС.

В заключение необходимо отметить, что шумоподавитель весьма чувствителен к внешним наводкам и его необходимо экранировать, в противном случае потребуется увеличить емкости С2 и С4 до прежнего значения (0,1 мкФ).

И еще одно замечание. ИС К157ХП3 при типовой схеме включения создает на низких уровнях ощутимый спад АЧХ в области высших частот как при включенном, так и выключенном шумопонижении. Поэтому в тех магнитофонах, где сигнал проходит через шумоподавитель, когда тот выключен (соединены выводы 2 и 9), необходимо небольшое изменение коррекции верхних частот УВ с целью получения такой же АЧХ, как и до доработки. В аппаратах, где с выключением шумопонижения сигнал через шумоподавитель не проходит, никаких изменений не потребуется.

Ульяновская обл. Д. ЦЕПАЕВ

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сухов Н.** Усилитель воспроизведения. — Радио, 1987, № 6, с. 31.
2. **Наумов М.** Снижение искажений в компандере "К-20". — Радио, 1996, № 12, с. 26.

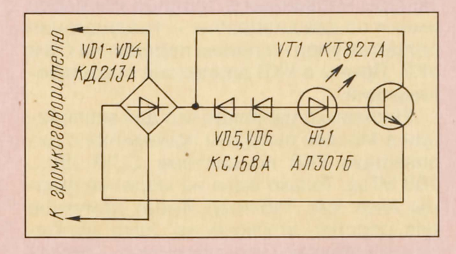
ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

"ПАССИВНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ"

Под таким заголовком в «Радио» № 7 за 1997 г. М. Корзининым было описано устройство защиты АС от опасных перенапряжений. Оно требует для защиты одной головки громкоговорителя до двух десятков (и более) высокочастотных выпрямительных диодов. Между тем, заменив цепи из большого числа диодов диодным мостом и включив в его диагональ мощный составной транзистор, можно получить более экономичное устройство защиты (см. рисунок).

Это устройство, как и то, которое выполнено на диодах, эффективно работает лишь с ламповыми или транзисторными усилителями без общей обратной связи по напряжению, т. е. имеющими сравнимое с нагрузкой выходное сопротивление.

Транзистор VT1 совместно со стабилитронами VD5, VD6 и светодиодным индикатором перегрузки HL1 образуют эквивалент мощного ограничителя напряжения. Порог его срабатывания зависит от параметров и числа маломощных стабилитронов в цепи базы мощного транзистора. В качестве последнего подойдет любой прибор серии КТ827 или КТ825 (при соответствующем изменении полярности включения диодов моста и цепи стабилитронов). Благодаря большому коэффициенту передачи тока базы транзистора ток через элементы в цепи базы не превысит 10...20 мА.



Расчет ограничителя сводится к определению напряжения на стабилитронах, которое должно быть меньше напряжения ограничения на сумму падений напряжения на диодах моста, светодиоде HL1 и переходах база-эмиттер транзистора (в общей сложности — около 6...6,5 В).

Для защиты мощных низкочастотных или широкополосных головок требуется и более мощный ограничитель. В этом случае рекомендуется использовать два соединенных параллельно транзистора, в эмиттерные цепи которых включены низкоомные резисторы (сопротивлением 0,2...0,3 Ом). Если коэффициент передачи тока базы транзисторов более 2000, то не потребуется отдельной для каждого из них пороговой цепи со стабилитронами.

Мощность, рассеиваемая транзистором, существенно уменьшится, если в его коллекторную цепь включить лампу от автомобильной фары. В холодном состоянии сопротивление ее нити невелико, а по мере прогревания лампы оно возрастает в несколько раз. В результате мощность, рассеиваемая на транзисторе, снижается.

г. Москва А. СОКОЛОВ

НОСИМЫЕ АУДИОПЛЕЙЕРЫ НА ВЫСТАВКЕ "СЕМ'97"

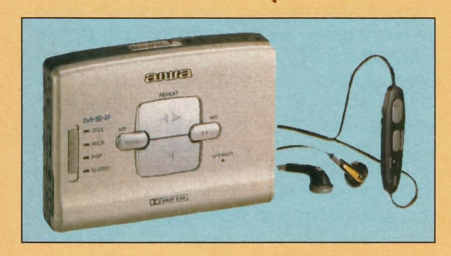
Е. КАРНАУХОВ, г. Москва

Как заявляет фирма Sony, мы вступаем в мир грез. Это относится не только к устройствам с цифровой обработкой сигналов, но и в не меньшей степени к уже ставшими привычными аппаратам аналогового звуковоспроизведения.



Современные достижения в области производства точной механики и совершенной по качеству электроники словно вдохнули вторую жизнь в "игрушку" под названием носимый аудиоплейер (для краткости далее по тексту просто плейер). Эти устройства производства еще пятилетней давности по сравнению с сегодняшними красавцами можно без преувеличения назвать "гадким утенком" — всего с одним подматывающим узлом и соответственно с перемоткой только в одну сторону, подвывающими наводками от коллекторного двигателя. Плюс ко всему они были настолько "прожорливы", что, отправляясь на сутки от дома, приходилось брать до пяти (охота пуще неволи) комплектов батарей питания — их тогда в комплекте было четыре штуки по размеру и весу примерно такие же, что и сейчас. Как знать, может быть через следующие пять лет мы также будем ироничны к моделям 1997—1998 гг. Появятся новые, более совершенные технологии, которые откроют конструкторам недосягаемые сейчас возможности.

Где как не на выставке можно увидеть сегодняшнее и заглянуть, пусть не на пять, а на год-другой в завтра. В этом отношении прошедшая в Москве выставка бытовой радиоэлектронной аппаратуры "СЕМ'97" и порадовала, и немного разочаровала.



Поскольку сегодня мы хотим рассказать о тенденциях развития носимых плейеров, то отсутствие на московской выставке такого мощного производителя, как Panasonic, может сказаться на достоверности общих выводов — это одно из существенных разочарований. Зато порадовала экспозиция фирмы Akai, которая на нашем российском рынке раньше выступала как поставщик стационарных моделей видео- и аудиотехники.

Совсем немного новых моделей представили европейские производители Grundig и Philips. Впрочем, число моделей плейеров этих фирм совершенно пропорционально отражает их долевое участие в мировом рынке данной продукции. Поскольку технических данных на плейеры фирмы Grundig найти не удалось (из-за отсутствия соответствующей документации и рекламных проспектов), то в приводимую ниже таблицу модели этой фирмы не вошли; их было всего три — одна с традиционным приемником и две чисто как проигрыватели компакт-кассет.

Какие особенности следует отметить в современных изделиях? Плейеры всех фирм имеют лентопротяжный механизм с устройством антироллинга, переключатель типа лента (у модели



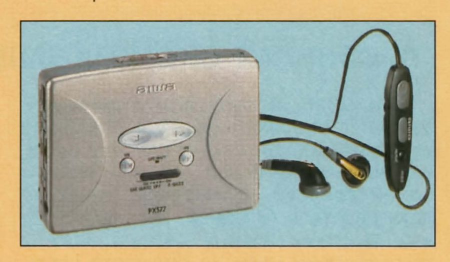
"Sony WM-EX 5 HG" опознавание типа ленты происходит автоматически при ее установке, к сожалению, это единственная выставленная модель с подобной функцией), ограничитель уровня громкости воспроизведения на головные стереотелефоны — по всей видимости, опасения в связи с чрезмерной громкостью при работе на стереотелефоны стали проблемой не только для России (в одном из наших журналов мы рассказывали об опасности, подстерегающей любителей громкой музыки). Тюнеры названных в таблице плейеров имеют по два диапазона — традиционно делается упор на прием передач на СВ и УКВ. Прием в УКВ диапазоне стереофонический.

Несколько удивляет, что для экспозиции в Москве выбраны приемники с диапазоном УКВ по системе CCIR (88... 108 МГц). Только одна из моделей фирмы Aiwa (см. таблицу) имеет приятное для россиян исключение. Хотя доподлинно известно, что, например, некоторые модели фирмы Sony, имеющие в конце торгового наименования индексы EE, предназначены для реализации в странах Восточной Европы, где по счастливой случайности активно используются два УКВ поддиапазона. Объяснение может быть единственным — многие экспонаты "СЕМ'97" демонстрировались на различных выставках Европы, а может быть, и на других континентах, и уж затем невзначай забрели в Москву.



Обращает на себя внимание увеличившийся срок работы изделий японского производства от одного комплекта батарей или заряженного аккумулятора. Достигнуто это за счет новых элементов питания (особенно никель-кадмиевых и металлгидридных аккумуляторов), совершенствования электромеханического привода и применения новых композитных материалов для элементов кинематики плейера. Отрадно, что фирмы серьезно обратили внимание на это потребительское свойство (одно из основных) и находят приемлемые решения.

Появляются, правда, пока у ограниченного числа моделей, изделия с дистанционным пультом управления — в этом случае стереотелефоны подключены на выносном беспроводном пульте, с которого и осуществляют управление основными функциями плейера (воспроизведение, перемотка, реверс, регулирование громкости). Естественно, такой вариант плейера предполагает наличие механизма с полным логическим управлением, а такие конструкции еще дороги. Возможно, по этой причине они и не получили пока широкого распространения. Но то, что эти плейеры удобны, особенно при использовании их в стационарных условиях, конечно, бесспорно.



Похоже, что ведущие фирмы-производители стали отказываться от разного рода регуляторов тембров — регулирования низких и высоких частот, трехполосного эквалайзера. Это не распространяется на использование различных коррекций звучания самого низкочастотного участка звукового спектра — басов. Осталась заметной тяга фирмы Aiwa к использованию специально разработанного мультизвукового процессора, позволяющего иметь четыре фиксированных настройки для прослушивания музыкальных произведений различного жанра.

Фирма	Модель	Функции							Тюнер			Питание	Инд. питание	Зар. устр.	ДУ	Габариты (ШхВхТ), мм	Масса, (с бат.), г
		Реверс, стоп	Управление	Запись	Автопоиск	Шумопониж.	Корр. баса	Рег. тембр.	Система	Диапазон	Память						
Sony	WM-FX 151				Нет	Нет	Нет		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		16 час	Нет	Нет	Нет	118,8x89,5x34,1	200
	WM-FX 153				Нет	Нет	Мегабас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		16 час	Нет	Нет	Нет	118,8x89,5x34,1	200
	WM-FX 251				Нет	Нет	Нет		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	5+15	22 час	Нет	Нет	Нет	115x90,5x34,4	185
	WM-FX 355	Автореверс			Нет	Dolby B	Мегабас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		16 час	Нет	Нет	Нет	118,8x89,5x34,1	215
	WM-FX 453	Автореверс			Нет	Нет	Мегабас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	5+15	22 час	Нет	Нет	Нет	112,7x87,3x35,2	200
	WM-FX 551	Автореверс	Логическое		Нет	Dolby B	Мегабас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	8+16	29 час	Нет	Нет	Нет	109x79,2x29,4	175
	WM-FX 553	Автореверс	Логическое		Нет	Dolby B	Мегабас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	8+16	29 час	Нет	Нет	Нет	109x79,2x29,4	175
	WM-EX 5 HG	Автореверс	Логическое		Есть (9)	Dolby B	Мегабас		Нет			Акк. - 52 час	Нет	Есть	Есть	79x111,7x22,8	170
	WM-EX150				Нет	Нет	Нет		Нет			16 час	Нет	Нет	Нет	111,5x89x34,1	180
	WM-EX 152				Нет	Нет	Мегабас		Нет			16 час	Нет	Нет	Нет	111,5x89x34,1	180
	WM-EX 348	Автореверс			Нет	Dolby B	Мегабас		Нет			18 час	Нет	Нет	Нет	112,8x86,6x41,8	220
	WM-EX 352	Автореверс			Нет	Нет	Мегабас		Нет			16 час	Нет	Нет	Нет	111,5x89x34,1	185
	WM-EX 356	Автореверс			Нет	Dolby B	Мегабас		Нет			16 час	Нет	Нет	Нет	111,5x89x34,1	185
	WM-EX 364	Автореверс			Нет	Dolby B	Мегабас		Нет			22 час	Нет	Нет	Нет	112,9x87x33,4	169
	WM-EX 368	Автореверс			Нет	Dolby B	Мегабас		Нет			22 час	Нет	Нет	Нет	88,2x114,8x32,3	205
	WM-EX 552	Автореверс	Логическое		Есть (3)	Dolby B	Мегабас		Нет			29 час	Нет	Нет	Нет	109x79,2x28,6	170
	WM-EX 654	Автореверс	Логическое		Есть (3)	Dolby B	Мегабас		Нет			Акк. - 39 час	Нет	Нет	Есть	79,2x109,7x23,9	165
Akai	PM-03				Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		3 В	Нет	Нет	Нет		
	PM-04				Нет				Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	126x83x29	200
	PM-05				Нет		Супербас		Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	120x88x33	150
	PM-25			Стерео	Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		3 В	Нет	Нет	Нет	117x85x30	160
	PM-F65	Автореверс	Логическое		Нет		Супербас		Нет			1,5 В	Нет	Нет	Есть	86x128x35	220
	PM-F75	Автореверс	Логическое		Есть		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		1,5 В	Нет	Нет	Есть	109x78x23,5	160
	PM-R11	Автореверс			Нет		Супербас		Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	108x78x23,5	140
	PM-R14	Автореверс			Нет		Супербас		Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	80x116x26	170
	PM-R15	Автореверс			Нет	Dolby B	Супербас		Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	119x8025,5	170
	PM-R23	Автореверс			Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		3 В	Нет	Нет	Нет	125x84x32	200
	PM-R35	Автореверс			Нет		Супербас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	10+10	3 В	Нет	Нет	Нет	125x86x35	220
	PM-R45	Автореверс			Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		1,5 В	Нет	Нет	Нет	109x76x26	180
	PM-R55	Автореверс			Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		1,5 В	Нет	Нет	Нет	109x76x26	190
Aiwa	HS-JS165			Стерео	Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)			Есть	Нет	Нет		
	HS-JS175			Стерео	Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)			Есть	Нет	Нет		
	HS-JS275	Автореверс		Стерео	Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)			Есть	Нет	Нет		
	HS-JS375	Автореверс		Стерео	Нет		Супербас		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)			Есть	Нет	Нет		
	HS-JS475	Автореверс		Стерео	Нет	Dolby B			Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 30		Есть	Нет	Нет		
	HS-RX768	Автореверс	Логическое		Нет	Dolby B	Супербас		Синт	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 30	Акк.	Есть	Есть	Есть	толщ.26,1	
	HS-TA144				Нет				Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		16 час	Нет	Нет	Нет		
	HS-TA173				Нет				Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		16 час	Нет	Нет	Нет		
	HS-TA273				Нет		Супербас	Фиксир.	Аналог.	СВ/УКВ-1/ УКВ-2(ст)		16 час	Есть	Нет	Нет		
	HS-TA473	Автореверс			Нет			Фиксир.	Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		22 час	Есть	Нет	Нет		
	HS-TX376				Нет		Супербас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 18	16 час	Есть	Нет	Нет		
	HS-TX476	Автореверс			Нет		Супербас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 30	22 час	Есть	Нет	Нет		
	HS-TX576	Автореверс			Нет		Супербас		Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 30	22 час	Есть	Нет	Есть		
	HS-TX676	Автореверс			Нет	Dolby B	Нет	Фиксир.	Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 30	22 час	Есть	Нет	Нет		
	HS-GM800	Автореверс			Есть	Dolby B	Супербас		Нет			22 час	Есть	Нет	Нет		
	HS-GS172				Нет		Супербас	Нч - вч	Нет				Есть	Нет	Нет	толщ.26,0	
	HS-GS173				Нет		Нет	Фиксир.	Нет				Есть	Нет	Нет		
	HS-GS272	Автореверс			Нет		Нет	Фиксир.	Нет			22 час	Есть	Нет	Нет	толщ.26,6	
	HS-GS372	Автореверс			Нет	Dolby B	Нет	Фиксир.	Нет			22 час	Есть	Нет	Нет	толщ.26,6	
	HS-PS140	Автостоп			Нет				Нет			16 час	Нет	Нет	Нет		
	HS-PS171	Автостоп			Нет		Супербас		Нет			16 час	Нет	Нет	Нет		
	HS-PS241	Автореверс			Нет		Нет		Нет				Есть	Нет	Нет		
	HS-PS271	Автореверс			Нет		Супербас		Нет			22 час	Нет	Нет	Нет	толщ.26,6	
	HS-PX277	Автореверс	Логическое		Нет	Dolby B	Супербас		Нет			Бат.	Есть	Нет	Нет	толщ.23,0	
	HS-PX377	Автореверс	Логическое		Есть	Dolby B	Супербас	Фиксир.	Нет			Бат	Есть	Нет	Есть	толщ.23,0	
	HS-PX477	Автореверс	Логическое		Есть	Dolby B	Супербас	Фиксир.	Нет			Акк.	Есть	Есть	Есть	толщ.23,0	
	HS-PX577	Автореверс	Логическое		Есть	Dolby B	Супербас		Нет			Акк. - 20 час	Есть	Есть	Есть	толщ.22,2	
Philips	AQ 6546	Автореверс			Нет		Нет	3 полосы	Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		3 В	Нет	Нет	Нет	92x127x38	260
	AQ 6549	Автореверс			Нет	Dolby B	Есть	3 полосы	Синт.	СВ/УКВ-2(ст)	Всего 20	3 В	Нет	Нет	Нет	92x127x38	300
	AQ 6562				Нет		Есть		Аналог.	СВ/УКВ-2(ст)		3 В	Нет	Нет	Нет	88x117x32,5	
	AQ 6340				Нет		Нет		Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	96x115x34	240
	AQ 6343	Автореверс			Нет		Есть	3 полосы	Нет			3 В	Нет	Нет	Нет	92x122x34	190

Еще одна тенденция совершенствования плейеров, которая невольно бросается в глаза, это — тщательно продуманный дизайн в цветовом плане, удобстве расположения органов управления, особенно при использовании механизмов с логическим управлением. Отдельные модели выглядят чуть-ли не совершенством технической мысли — разумное сочетание металла и ударопрочного полистирола приятных цветовых оттенков. С одной стороны, это не увеличивает массы изделия, а с другой — повышает ударопрочность, что очень важно при пользовании устройствами в движении на транспорте или во время прогулок (для чего, собственно, и предназначены современные плейеры).

Несколько удивило отсутствие плейеров с функцией записи. Нельзя, правда, сбрасывать со счетов то обстоятельство, что подобные конструкции были отнесены к разряду диктофонов, тем более что и они тоже демонстрировались на стендах выставки. ■

ЛУЧШАЯ МОДЕЛЬ ФИРМЫ AIWA В МОСКВЕ

Компания AIWA, одна из крупнейших среди производителей высококачественных радиоэлектронных Hi-Fi компонентов, отличается постоянным стремлением возможно лучше удовлетворять запросы потребителей. Стационарная аппаратура этой компании имеет продуманый, строгий кабинетный дизайн. Звук с широким акустическим диапазоном по частоте и громкости без заметных на слух искажений радует слушателя прозрачностью и гармоничностью, одинаковой комфортностью при больших и малых уровнях воспроизведения.

50% рынка США). Однако компания стремится не останавливаться на достигнутом в совершенствовании звучания своих систем. В сотрудничестве с известнейшей датской компанией JAMO — одним из крупнейших в Европе производителем акустических систем — она выпустила музыкальный центр, объединивший в себе великолепное качество акустики JAMO с завоевавшими всемирное признание Hi-Fi компонентами AIWA. Эта система — "AIWA HF-950" — имеет электронный двухканальный семиполосный графический эквалайзер, кассетную деку с двумя записывающими карманами, лазерный проигрыватель CD, цифровой тюнер и полный усилитель.



Но при всех своих несомненных достоинствах Hi-Fi компоненты имеют некоторые существенные недостатки. Это — высокая стоимость и «капризность» в выборе соединительных кабелей, делающих их недоступными для широкого круга любителей высококачественного воспроизведения.

Сейчас на аудиорынке наметилась явная тенденция к снижению спроса на дорогостоящие Hi-Fi компоненты при одновременном росте популярности акустических мини-систем, позволяющих добиться чистого и динамичного звучания с различными звуковыми эффектами и имеющих приемлемую цену.

В настоящее время AIWA удерживает 25% мирового рынка мини-систем (и до 50% рынка США).

Выбор партнеры фирмы JAMO не случаен. Она уже давно стала синонимом безупречного качества в более чем 80 странах мира. В течение 25 лет эта фирма концентрирует все свои усилия исключительно на производстве акустических систем, и ее непревзойденное мастерство в этой области позволило ей занять уверенное лидирующее положение на мировом рынке.

Эксклюзивная трехполосная акустическая система "JAMO POWER 950SE" была разработана специалистами JAMO для совместного использования с линейкой Hi-Fi компонентов фирмы AIWA, прошла тщательные всестороннее тестирования в технических лабораториях компании.

Результатом этого беспрецедентного сотрудничества двух корифеев аудиопромышленности и стал уникальный музыкальный центр, дающий слушателям возможность насладиться невероятной чистотой, реалистичностью и прозрачностью звучания, отражающего тончайшие нюансы музыкальных произведений, а также потрясающе насыщенными басами при исключительном тембровом балансе во всем слышимом диапазоне частот и минимальном уровне искажений.

Неповторимая гармония и завершенность каждого звука, общая эмоциональная окрашенность и динамичность воспроизведения не могут не завоевать внимание покупателя, а невысокая для аппаратуры такого качества и комплектности цена (1000 долл.) делает эту систему еще более привлекательной.

Состав комплекса, краткие характеристики и функциональные возможности компонент.

Усилитель интегральный ("AIWA XA-950"):
Число каналов 2
Число входов 6
Выходная мощность (на нагрузке 4 Ом) каждого канала, Вт 150
Селектор входов и коммутатор выхода на запись.
Тонкомпенсация.
Выход на стереотелефоны (на передней панели).
Пульт дистанционного управления (инфракрасный).

Эквалайзер ("AIWA GE-950"):
Двухканальный семиполосный.
Анализатор спектра.
Число фиксированных установок 4
Число программируемых установок 4

Проигрыватель компакт-дисков ("AIWA XC-950"):
Полоса рабочих частот, Гц, не уже . . . . .4... 20 000
Отношение сигнал/шум, дБ, не менее 105
Функции пользовательского монтажа.
Выход на стереотелефоны (на передней панели).

Проигрыватель компакт-кассет ("AIWA AD-WX950"):
Полоса рабочих частот, Гц (на ленте МЭК IV), не уже . . .20... 18 000
Отношение сигнал/шум (с Dolby B), дБ, не менее 65
Двухкассетная, запись на каждом механизме, возможность одновременной записи на обоих механизмах.
Dolby B / C / HX Pro .
Автоматическая калибровка.
Последовательное воспроизведение.
Поиск фонограмм.
Счетчик расхода ленты.
Выход на стереотелефоны (на передней панели).

Тюнер ("AIWA XT-950"):
Диапазоны волн — СВ, УКВ-1, УКВ-2.
Число программируемых настроек 24
Таймер.

Акустическая система ("JAMO Power 950SE"):
Тип — трехполосная с бас-рефлектором.
Мощность, Вт 185
Полоса рабочих частот, Гц, не уже . . . . .55 ...20 000
Чувствительность, дБ/Вт/м, не хуже 94
Номинальное сопротивление, Ом 6
Габариты, мм (высота × ширина × глубина) . . . . . .600×310×270

По материалам московской выставки бытовой электроники "СЕМ'97"

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ СТЕРЕОДЕКОДЕР ДЛЯ СИСТЕМЫ С ПИЛОТ-ТОНОМ

А. КИСЕЛЕВ, г. Москва

В нашей стране повсеместно получает все большее распространение стереофоническое радиовещание по системе с пилот-тоном. Используемая для приема передач по этой системе зарубежная аппаратура имеет стереодекодеры (СД) ключевого типа в микросхемном исполнении. Они удобны в технологическом отношении для массового повторения, но, однако, уступают, по мнению автора, стереодекодерам матричного типа. Радиолюбителям, желающим улучшить работу своих стереофонических радиоприемников предлагается построить стереодекодер системы с пилот-тоном (ПТ) с разделением спектров, также иногда называемых суммарно-разностными или матричными, довольно редко используемых в данной системе стереовещания.

В нашей стране, где, как известно, принята система стереовещания с полярно-модулированными колебаниями (ПМК) [1], матричные стереодекодеры (СД) получили широкое распространение. Объясняется это тем, что подавленная при передаче на 14 дБ поднесущая может быть относительно легко восстановлена в СД. При этом надтональный сигнал с "нормальным" отношением поднесущей и ее боковых полос детектируется диодным двухполупериодным детектором. Продетектированный разностный сигнал складывается (вычитается) с суммарным на резистивной матрице, где и происходит разделение каналов.

За рубежом (а в последнее время и в России при работе радиостанций в диапазоне 88...108 МГц) повсеместно применяется так называемая система с пилот-тоном (ПТ), равным половине значения поднесущей частоты, т.е. 19 кГц. Поднесущая в этой системе подавляется при передаче практически полностью, остаются лишь боковые полосы надтонального сигнала, которые обычными диодными детекторами без искажений продетектированы быть не могут. По этой причине подавляющее число СД для системы с ПТ относится к ключевым.

В первых моделях таких СД на дискретных элементах для получения импульсов, управляющих ключами (обычно диодными), использовалось удвоение частоты ПТ [2]. В появившихся позднее СД в микросхемном исполнении управляющие импульсы получают делением частоты опорного генератора, управляемого напряжением (ГУН), который охвачен системой ФАПЧ. ПТ сравнивается в системе ФАПЧ с поделенной до 19 кГц частотой ГУН и обеспечивает стабилизацию частоты и фазы управляющих импульсов.

В последнее время подобные ключевые СД в микросхемном исполнении (микросхемы А290, ТА7342, ТА7343 и др.) появились и на отечественном рынке. Это позволяет радиолюбителям создавать несложные СД для приема стереопередач в диапазоне 88...108 МГц, вещание в котором началось 5 — 6 лет назад и получает у нас все большее распространение.

Однако при известных преимуществах ключевых СД, таких как простота схемотехнической реализации (особенно в микросхемном исполнении), хорошее разделение каналов — этот класс СД, по глубокому убеждению автора, все же не может обеспечить по-настоящему высококачественный прием стереопередач. Дело в том, что в реальном музыкальном сигнале преобладает суммарная информация — в [1] указывается, что коэффициент модуляции поднесущей редко превосходит 30% при максимально возможных 80%, и в первом приближении сигнал, проходящий через СД, можно считать монофоническим. Постоянная коммутация сигнала, имеющая место в ключевых СД, вызывает, по сути дела, дискретизацию низкочастотной составляющей с весьма низкой частотой (38 или 31,25 кГц), в то время как согласно [3], для исключения влияния частоты дискретизации на низкочастотный сигнал она должна быть больше высшей частоты низкочастотного сигнала (15 кГц для системы с полярно-модулированными колебаниями) минимум в 4 — 5 раз, т.е. составлять 60...75 кГц. Следствием такой "обработки" низкочастотного сигнала является ухудшение звучания на высших частотах, при этом формальные качественные показатели СД, полученные на синусоидальном испытательном сигнале, могут быть очень высокими — коэффициент нелинейных искажений 0,2...0,3% и менее.

В матричных СД суммарный сигнал не дискретизируется, разностный же сигнал, величина которого, как указывалось выше, мала, при двухполупериодном детектировании оказывается "дискретизированным" с частотой, вдвое большей поднесущей, т.е. 76 или 62,5 кГц.

При этом повышается качество восстановленного разностного сигнала и соответственно сигналов на выходе СД.

Изложенные соображения были экспериментально проверены автором при сравнении звучания матричного [4] и ключевого [5] СД.

Несмотря на весьма примитивную схемотехнику и элементную базу матричного СД, его звучание, по мнению автора, значительно превосходило звучание ключевого СД, которое отличалось нечеткостью, размытостью высоких частот. Единственным плюсом ключевого СД было, пожалуй, лишь несколько более высокое качество разделения каналов.

Слабым звеном известных матричных СД является диодный детектор поднесущей, который выполняется с использованием высокочастотного трансформатора с большим числом витков вторичной обмотки, так как для получения приемлемого уровня искажений при диодном детектировании входное напряжение детектора должно составлять несколько вольт [1]. Паразитные емкости высокочастотного трансформатора получаются значительными, что вызывает амплитудные и фазовые искажения высших частот и ухудшает разделение каналов.

Существенно снизить искажения разностного сигнала можно применением синхронных детекторов, в частности, на КМОП-ключах. Такие детекторы позволяют детектировать (в отличие от диодных) сигналы минимальной амплитуды, в том числе с полностью подавленной несущей, что имеет место в системе с ПТ. Они вносят чрезвычайно малые искажения, определяемые практически отношением сопротивления открытого канала ключа к входному сопротивлению следующего каскада, который целесообразно выполнить в виде эмиттерного (истокового) повторителя. Для формирования управляющих КМОП-ключами импульсов могут быть использованы абсолютно те же схемотехнические решения, что и в "стандартных" ключевых СД, т.е. ГУН с ФАПЧ и делителем частоты.

С учетом изложенных соображений и был разработан предлагаемый СД для системы с ПТ, принципиальная схема которого приведена ниже.

Основные технические характеристики СД

Входное напряжение КСС, мВ ....60...90
Коэффициент передачи 3
Разделение каналов, дБ, не менее 25

Устройство состоит из четырех функциональных блоков:
— усилителя комплексного стереосигнала (КСС) с ключевым детектором и резистивными матрицами А1 (рис. 1);
— формирователя управляющих импульсов А2 (рис. 2);
— фильтра нижних частот А3 (рис. 3);
— блока стереоиндикации и стереоавтоматики А4 (рис. 4).

Входной сигнал (непосредственно с выхода ЧМ-демодулятора приемника или тюнера), имеющий, как правило, величину 60...90 мВ, поступает на усилитель блока А1, выполненный на транзисторах VT1, VT2 (рис. 1). С выхода усилителя КСС поступает на цепочку R11 C6, которая осуществляет коррекцию предыскажений суммарного сигнала (τ = 50 мкс). Надтональная часть сигнала (боковые полосы поднесущей плюс ПТ) через конденсатор С5, который совместно с резисторами R12 и R14 образует ФВЧ, частично подавляющий суммарный сигнал, поступает на базу транзистора VT5. Транзисторы VT5 и VT6 усиливают промодулированные разностным сигналом боковые полосы поднесущей 38 кГц, которые выделяются на низкодобротном колебательном контуре (Q=6), состоящим из обмотки трансформатора T1 и конденсатора С8, и поступают на двухполупериодный ключевой детектор на ключах микросхемы DD1.

Выделенный разностный сигнал положительной и отрицательной полярности с

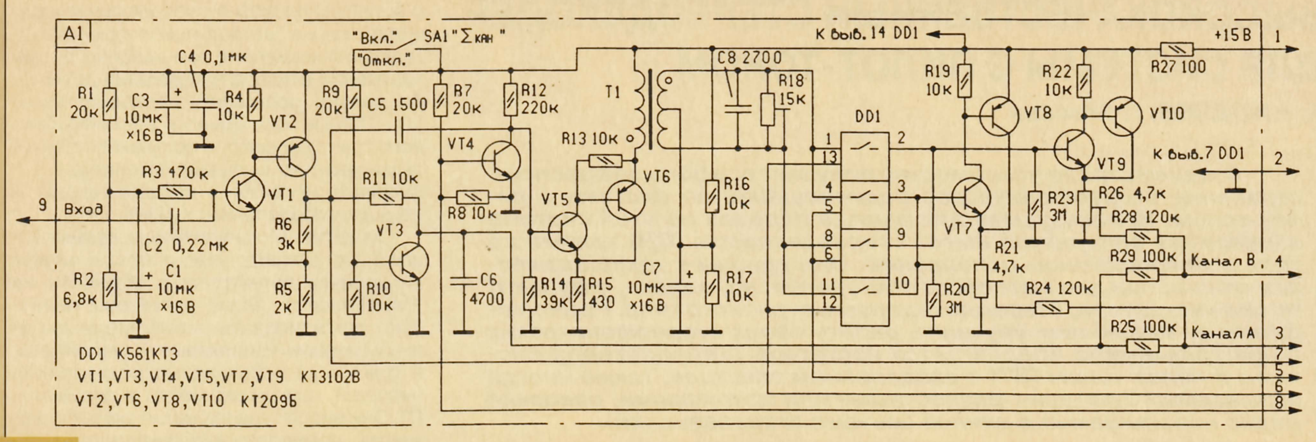


Рис. 1

выходов эмиттерных повторителей VT7, VT8 и VT9, VT10 через подстроечные резисторы R21 и R26 (регулируют разделение каналов) поступает на матрицах R24R25, R28R29. Сюда же через резистор R11 поступает суммарный сигнал. Выделенные на матрицах сигналы каналов А и В поступают на активный фильтр нижних частот (ФНЧ), выполненный по распространенной для подобных устройств схеме (рис. 3), и далее на выход СД.

Формирователь управляющих импульсов А2 (рис. 2) состоит из ГУН на транзисторах VT1, VT2 (f=76 кГц) с ФАПЧ на ключе DD1.1 и ОУ DA1 [6] и делителя частоты на триггерах микросхемы DD2, вырабатывающего импульсы формы "меандр" с частотой 38 кГц для управления ключами детектора и меандр с частотой 19 кГц для системы ФАПЧ. Необходимо отметить, что примененный RC-генератор имеет очень высокую термостабильность, определяемую практически лишь ТКЕ конденсатора С9, однако весьма чувствителен к нестабильности питающего напряжения, которая должна быть минимально возможной.

Для принудительного перевода СД в режим "Моно" переключателем SA2 (рис.5), например в случае неуверенного приема, предусмотрен транзисторный ключ VT4 (рис.1), запирающий вход разностного канала при подаче на его базу положительного (открывающего) напряжения. Второй ключ на транзисторе VT3 позволяет "выключать" суммарный канал переключателем SA1, установленным непосредственно на плате блока А1 (это может потребоваться при регулировании устройства). При этом на выход СД проходит только разностный сигнал, который удобно контролировать "на слух" при настройке декодера или для субъективного контроля качества принимаемого сигнала, так как неудовлетворительные условия приема сказываются в первую очередь на разностном сигнале.

Узел стереоиндикации и стереоавтоматики А4 собран по схеме, изображенной на рис. 4. Принцип действия прототипа этого устройства, представляющего собой синхронный детектор ПТ с пороговым элементом (компаратором), подробно описан в [6]. От исходного предлагаемое устройство отличается наличием усилителя входного сигнала на транзисторе VT1 и усилителя-инвертора выходного сигнала на транзисторе VT2. Вместо специализированного компаратора К521СА1, как показала практика, вполне могут быть использованы ОУ общего назначения с биполярными транзисторами на входе ($U_{см}$ = 5...10 мВ), скорректированные для единичного усиления.

Детали. Конденсаторы С6, С8 блока А1 и С9 блока А2 должны быть слюдяными, полистирольными или стеклоэмалевыми с допуском ±5 %. Такой же допуск должен иметь резистор R11 блока А1. Вместо примененных транзисторов КТ3102В можно использовать другие этой же серии, а также КТ315Б, КТ342А с $h_{21Э}$>200. Транзисторы КТ209 могут быть с любым буквенным индексом. Заменять их высокочастотными p-n-p транзисторами нежелательно. Если такие транзисторы (КТ3107, КТ361, и т.п.) все же придется использовать, то между их базой и коллектором следует установить конденсаторы емкостью 68 —100 пФ.

Трансформатор Т1 блока А1 намотан на стандартном четырехсекционном каркасе с подстроечником из феррита 400НН от гетеродинных катушек радиоприемников СВ и ДВ диапазонов. Обмотки наматываются одновременно тремя проводами: двумя ПЭВ 0,1 и одним ПЭЛШО 0,09. Количество витков — 410. Обмотка из провода ПЭЛШО 0,09 — первичная, вторичная обмотка (провода ПЭВ 0,1) с отводом от середины получается соединением конца одной обмотки с началом другой.

Конструкция устройства некритична — при макетировании блоки соединялись между собой неэкранированными проводниками длиной до 20 см без каких-либо нежелательных эффектов в работе СД. При установке в приемник СД необходимо разместить по возможности дальше от цепей выходных блоков звуковой частоты или поместить в экран во избежание высокочастотных наводок от ГУН и делителей частоты.

Налаживание. В случае использования для изготовления устройства исправных деталей режимы элементов по постоянному току устанавливаются автоматически. Если напряжение питания отличается от номинального (в пределах 12...15 В), номинал резистора R1 блока А2 подбирают так, чтобы напряжение в точке соединения резисторов R1 и R2 составляло 3...3,3 В. Подбором резистора R1 блока А4 устанавливают напряжение на коллекторе транзистора VT1 равным половине напряжения питания.

Трансформатор Т1 блока А1 настраивают на частоту 38 кГц подачей напряжения этой частоты от внешнего генератора (15...20 мВ) на вход СД. Напряжение контролируется на вторичной обмотке трансформатора Т1. Необходимая добротность (Q=6) устанавливается подстроечным резистором R15.

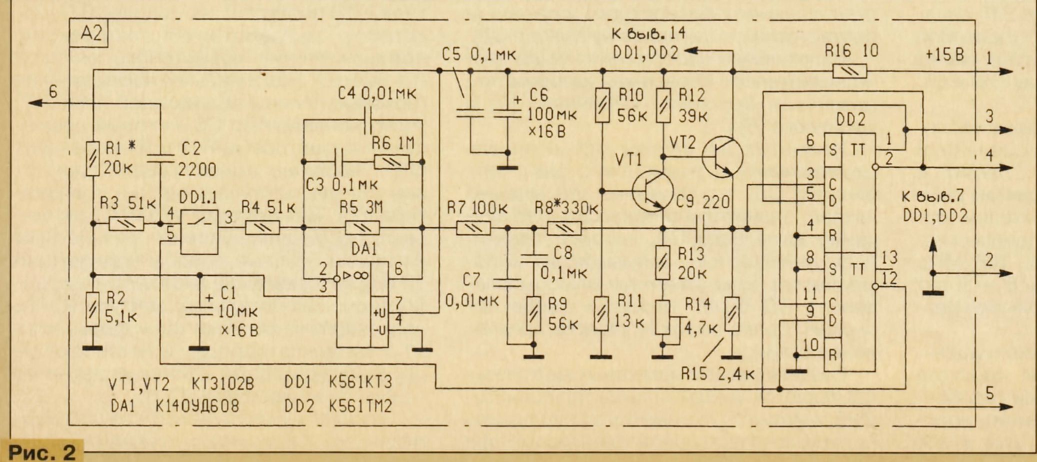


Рис. 2

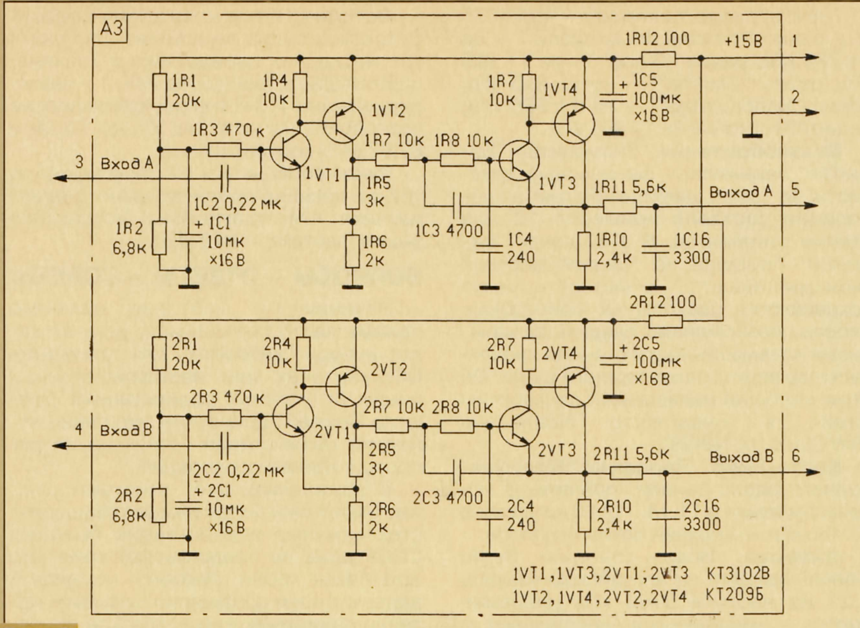


Рис. 3

Далее СД подключают к выходу детектора приемника с диапазоном 88...108 МГц (до цепей коррекции, если они есть) и настраивают приемник на уверенно принимаемую станцию. Суммарный канал выключают переключателем SA1 блока A1. Блок стереоавтоматики, естественно, должен быть отключен. Подстройкой резистора R14 (а также при необходимости R13 — грубо) устройства формирователя управляющих импульсов A2 добиваются появления на выходе СД продетектированного разностного сигнала — это несложно сделать "на слух".

Затем проверяют устойчивость приема разностного сигнала (т.е. четкость работы системы ФАПЧ) при перестройке по диапазону.

Полосу захвата (и удержания) системы ФАПЧ можно регулировать в некоторых пределах изменением номинала резистора R8. После этого включают суммарный канал и с помощью подстроечных резисторов R21 и R26 блока A1 добиваются максимального разделения каналов. Легче всего эту операцию проделать при приеме записей рок-групп 60—70-х годов, когда практиковалось практически полное разделение инструментов по каналам. Дополнительно улучшить разделение каналов можно изменением в некоторых пределах добротности трансформатора T1 блока A1 подбором резистора R15, что позволяет в известной степени скомпенсировать частотно-фазовые искажения, вносимые конкретным ЧМ трактом. Однако необходимо отметить, что такая регулировка взаимозависима с описанной выше регулировкой разделения каналов. Определить выходы каналов СД (левый-правый) можно с помощью "эталонного" стереоприемника (магнитолы).

Следует заметить, что точно настроить трансформатор T1 по принимаемому сигналу на частоту 38 кГц затруднительно, поскольку, как уже отмечалось, поднесущая в системе с ПТ подавлена полностью и в паузах передачи отсутствует. Здесь можно использовать следующий прием: при настроенном на станцию приемнике (есть режим захвата системы ФАПЧ) временно отпаять конденсатор C5 от базы транзистора VT5 блока A1. Затем на базу этого транзистора через конденсатор емкостью 10...15 пФ подать с вывода 1 или 2 микросхемы DD2 блока A2 импульсы с частотой 38 кГц и, контролируя напряжение на T1 осциллографом, настроить трансформатор T1 по максимуму сигнала. В этом случае трансформатор T1 будет точно настроен на частоту 38 кГц.

В последнюю очередь налаживают блок стереоиндикации/стереоавтоматики A4 (если он установлен). Резистором R8 этого блока регулируют порог срабатывания компаратора так, чтобы при наличии стереосигнала светодиод HL1 четко светился. В отсутствие сигнала и при перестройке по диапазону свечения (и "помигивания") светодиода быть не должно.

Если напряжение на входе СД отличается от рекомендованного (60...90 мВ), может потребоваться регулировка усиления каскада на транзисторе VT1 подбором резистора R4 (при этом снова нужно будет установить режим по постоянному току этого транзистора).

Качество звучания любительского приемника с описанным СД сравнивалось с качеством звучания приемных стереотрактов с СД на микросхемах TA7342 и TA7343. Прослушивание проводилось с использованием лампового усилителя с выходной мощностью 2x15 Вт и акустических систем 25АС-033, а также стереотелефонов. Отмечена более высокая прозрачность, естественность звучания предлагаемого СД. Разделение каналов практически не отличалось от такового у "эталонных" СД.

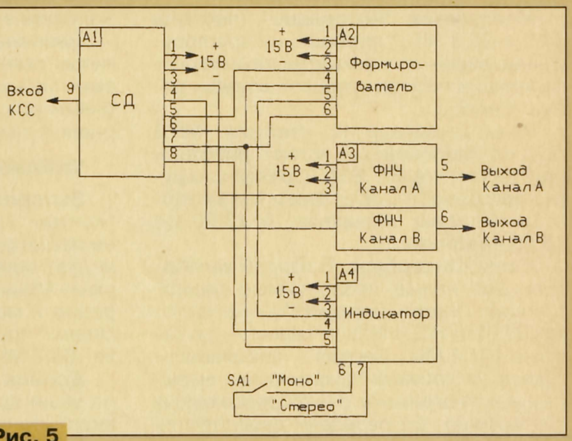


Рис. 5

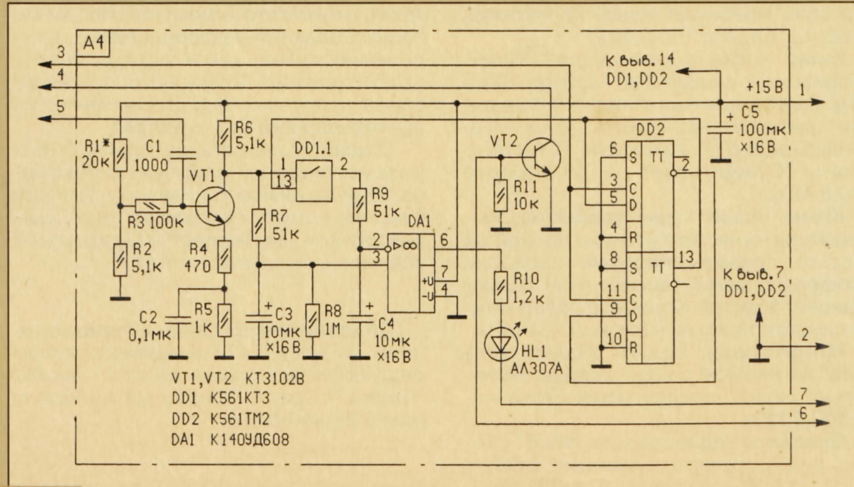


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. **Жмурин П.М.** Стореодекодеры. — М.: Связь, 1980.

2. **Годинар К.** Стереофоническое радиовещание. Пер. с чешского. — М.: Энергия, 1974.

3. **Лукьянов Д.** Дискретно-аналоговые элементы в тракте звуковой частоты. — Радио, 1984, №1, с. 37—40.

4. **Коновалов В.** Стереодекодер. — Радио, 1974, №3, с. 36—38.

5. **Болотников М.** Стереодекодер. — Радио, 1982, №12, с. 41, 42.

6. **Карцев Е., Чулков Б.** Стереодекодер с кварцевым генератором. — Радио, 1986, №2, с. 38—42.

DX-ВЕСТИ

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), комментатор радиокомпании "Голос России"

РОССИЯ

Белгород. Здесь появилась местная независимая радиостанция "Вавилон", работающая на частоте 103,5 МГц.

Иркутская область. На территории региона местное вещание чередуется с программами, ретранслируемыми "Радио России" из Москвы на частотах 66,32; 66,74; 68,12; 69,5; 69,8; 70,31; 70,52; 70,64; 70,83; 72,02 МГц. Радио "Маяк" ретранслируется на частотах 198; 576; 702 и 1359 кГц.

Кемеровская область, Новокузнецк. Здесь работают УКВ радиостанции: "Радио России" — на частоте 66,2 МГц; "Европа Плюс Новокузнецк" — на 70,07 МГц; "Русское радио" — на 103,0 МГц.

Красноярск. Радиостанция "Новый город" начала вещание на частоте 1053 кГц.

Москва. Независимая радиостанция "Надежда" прекратила работу в СВ диапазоне на частоте 1044 кГц в связи с увеличением стоимости аренды передатчика. Вещание в УКВ диапазоне на частоте 104,2 МГц сохранилось.

Московское "Авторадио" (частоты 68,0 и 90,3 МГц) перешло на круглосуточное вещание, прекратив ночные ретрансляции передач русской службы радио "Свобода".

Радиовещательная станция МВД России "Милицейская волна", работающая на частоте 107,8 МГц, ретранслирует программы радиостанции Министерства обороны "Славянка" с 13.00 до 14.00 ежедневно.

Санкт-Петербург. В городе заработали две новые независимые радиостанции: "Радио Гардарика" — на частотах 69,05 и 102,4 МГц и "Шанс" — на частоте 107,8 МГц. Первая — специализируется на часовых тематических музыкальных программах и информационных сообщениях. Ее передачи дублируются областной сетью проводного вещания. Вторая — принадлежит городской газете "Реклама-шанс" и, кроме рекламы, передает музыку 60—70-х годов.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

Алжир. Алжирское радио вещает на английском языке для Африки, Ближнего и Среднего Востока, а также для Европы — с 19.00 до 20.00. При отсутствии помех станция отчетливо слышна на частоте 252 кГц.

Австралия. Международное Австралийское радио возобновляет рассылку QSL-карточек, подтверждающих рапорты слушателей о приеме передач этой станции. Помогать в проверке рапортов будут добровольцы — члены Австралийского DX-клуба.

Боливия. Примерно в 23.00 на частоте 4702 кГц была неплохо слышна радиостанция местного вещания "ЕКО" на испанском языке.

Бразилия. В конце зимы 1998 г. в Москве, примерно в 23.00, уверенно принимались передачи некоторых бразильских станций местного вещания: радио "Novas do paz" — на частоте 11 725 кГц; радио "Universo" — на 11 675 кГц; радио "National do Amazonia" — на 11 780 кГц, радио "Globo" — на 11 805 кГц; радио "Gaucha" — на 11 915 кГц; радио "Bandeirantes" — на 11 925 кГц; радио "Record" — на 11 965 кГц.

Великобритания. Знаменитая "Би-Би-Си" переживает финансовые трудности: за 1997 г. дефицит бюджета корпорации составил примерно 12 млн фунтов стерлингов. В этой связи "Би-Би-Си" перешла на "режим жесткой экономии средств". В частности, резко сокращаются расходы на мониторные работы, позволявшие следить за качеством приема сигналов станции практически во всех уголках земного шара. Об этом сообщил издаваемый венгерским радио в Будапеште бюллетень "SW CLUB DX-NEWS".

Коста-Рика. Передача "Международного радио за мир" принята на испанском языке в 11.15...12.00 на частоте 21 465 кГц на верхней боковой полосе.

Либерия. Новая станция "Radio Liberia" принята на английском языке в 5.30 на частоте 5100 кГц (вещание велось в направлении Центральной и Южной Африки).

Румыния. Радио "Констанца" работает на частоте 1458 кГц и передает очень интересные программы на русском языке под названием "Добро пожаловать в наш дом!". В этих передачах — местные (городские) новости, прогнозы погоды, беседы, интервью, русская музыка и песни, поздравления с днями рождения и даже... русские народные сказки для детей.

УКРАИНА

Запорожье. Местная радиостанция "Контакт" (частота — 104,5 МГц) больше не ретранслирует "Европу Плюс", а дублирует передачи "Русского радио" (тоже из Москвы). Запорожское областное радио и местная независимая станция "Алекс" поочередно работают на частоте 103,7 МГц.

Донецк. В начале этого года из эфира ушли сразу две радиостанции: "Довира" (по-русски — "Доверие") и "Magic radio". Место последней занял ретранслятор "Русского радио" из Москвы.

В Днепропетровске и Виннице радио "Довира" продолжает работать соответственно на частотах 104,8 и 100,3 МГц.

Луганск. Радио "Sky way" ("Небесный путь") работает здесь на частотах 1602 кГц, 69,98 и 106,9 МГц.

Киев. Новая радиостанция "Обрий" ("Горизонт") вещает на частоте 104,6 МГц. Еще одна новая станция "Наше радио" работает на частоте 107,9 МГц. "Лидер-радио" — на частоте 101,9 МГц, радио "Супер нова" — на частоте 100,5 МГц.

Крым. Радио "Крым" вещает из Симферополя на частоте 873 кГц. На этой же частоте приняты пробные передачи симферопольской независимой радиостанции "Мажор". Крымское радио можно слушать также на частоте 67,31 МГц.

Мелитополь. Радио "Южный простор" на русском языке передает музыкально-рекламные программы на частоте 102,2 МГц.

Эквадор. Радиостанция "HCJB" ("Голос Анд") принята в режиме USB, в 11.15...12.00 — на частоте 21 455 кГц.

Эстония. Из-за отсутствия средств Эстонское радио вынуждено отключить три последних передатчика в Таллине, работавшие в диапазоне УКВ-1 и транслировавшие 1, 3 и 4-ю республиканские программы на частотах 71,18; 70,28 и 67,97 МГц соответственно.

Ранее сообщалось об отключении по той же причине средневолнового передатчика 4-й программы Эстонского радио (частота — 612 кГц).

ВОПРОСЫ — ОТВЕТЫ — СОВЕТЫ

Начинающие любители дальнего приема часто спрашивают, есть ли какие-нибудь "хитрости" для получения QSL-карточек или верификационных писем от местных радиостанций бывшего Союза? Дело в том, что очень немногие такие станции отвечают на рапорты о приеме их передач...

К сожалению, это, действительно, так. Работники подавляющего большинства местных радиостанций бывшего СССР даже не представляют себе, что есть такое хобби! Поэтому, посылая в адрес станции сообщение о приеме, полезно приложить к нему краткое объяснение — что бы вы хотели получить в ответ. Часто помогает уже написанный заранее текст QSL-письма со всеми нужными данными, чтобы работникам станции осталось только подписать эту бумагу (или открытку) и заверить подпись штампом или печатью. Адресовать такое письмо лучше главному инженеру или техническому директору радиостанции. Как ни парадоксально, работники некоторых станций бывших союзных республик отвечают лишь на рапорты, написанные на их национальном языке или по-английски.

Иногда сроки прохождения писем намного сокращаются, если адрес радиостанции на конверте тоже написан не по-русски. В любом случае надо помнить о необходимости компенсировать станции почтовые расходы и даже экономить время на написание адреса отправителя. Поэтому вложите в письмо с вашим рапортом оплаченный марками конверт со своим (уже написанным) адресом.

Для международной переписки оплата расходов возмещается приложением "почтовых ответных купонов" (IRC). В принципе, их можно приобрести по адресам, сообщаемым в DX-бюллетенях, а в некоторых республиках эти купоны продаются непосредственно в отделениях связи, как и должно быть в странах-членах Всемирного почтового союза, которыми формально являются все государства СНГ и Балтии.

Старайтесь писать разборчиво! Если у вас нет пишущей машинки или принтера, надписывайте конверты печатными буквами — это тоже ускоряет прохождение писем и увеличивает ваши шансы на получение желанного ответа.

* * *

Объявление. *В связи с переключением на новую АТС изменился номер редакционного факса русской службы "Голоса России". Теперь надо набирать: (код 095) 950-6116.*

Время — UTC [МСК=UTC+4 ч (летом)].

ОСОБЕННОСТИ СХЕМОТЕХНИКИ 16-БИТНЫХ ВИДЕОПРИСТАВОК

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

ДЖОЙСТИК

Приставка "Sega" обычно комплектуется двумя одинаковыми джойстиками (игровыми манипуляторами). Один из них, основной, подключают к разъему "CONTROL 1" с левой, а второй, дополнительный, — к разъему "CONTROL 2" с правой стороны приставки.

На верхней панели манипулятора может быть три, четыре или шесть круглых кнопок. "Четырехкнопочные" джойстики, внешне похожие на аналогичное устройство от "Dendy", встречаются очень редко. "Трехкнопочными" обычно снабжаются приставки "Sega-1", а "шестикнопочными" — "Sega-2".

Кнопками "A", "B", "C" управляют основными игровыми действиями (стрельбой, прыжками), а "X", "Y", "Z" (если они есть) вызывают вспомогательные действия, ими же обычно вводят различные пароли и коды. Любой джойстик обязательно имеет крестовину, нажатием на углы которой (они обозначены стрелками или надписями "UP","DOWN", "LEFT", "RIGHT") задают соответствующее направление движения объекта игры. Крестовина у стандартных джойстиков расположена слева, но специально для левшей выпускаются и такие, у которых она справа.

Кроме перечисленных, на манипуляторе обычно имеется еще несколько кнопок и переключателей. С помощью одной из них — "START" — начинают игру, а также приостанавливают и возобновляют ее. Темп игры можно замедлить переключателем "SLOW" (имитирует многократное нажатие этой кнопки). Кнопкой "MODE" изменяют режим работы приставки в некоторых играх.

Особо нужно сказать о предусмотренных во многих джойстиках для "Sega-1" кнопках "TURBO A", "TURBO B", "TURBO C". Они не выполняют самостоятельных действий, а лишь имитируют многократное нажатие одноименных "не TURBO" кнопок.

Джойстик от "Sega-2" полностью совместим с приставкой "Sega-1". Обратная замена также возможна, но не будет полноценной, так как игры, выпускаемые в последнее время, рассчитаны, как правило, на использование всего набора кнопок "Sega-2".

Принципиальные схемы джойстиков приведены на рис. 11 и 12 соответственно для "Sega-1" и"Sega-2". В каждом из них имеется всего одна специализированная бескорпусная микросхема. Потребляемый ею ток не превышает 300 мкА.

Рис. 11

Временные диаграммы входных и выходных сигналов джойстика приведены на рис. 13 ("Sega-1") и 14 ("Sega-2"). Цикл опроса состояния кнопок запускается сигналом SYN, формируемым приставкой. Обычно это одиночные импульсы отрицательной полярности или пачки из четырех таких импульсов длительностью 5...50 мкс, повторяющиеся с периодом 20...80 мс. Выходные сигналы можно условно разделить по логике формирования на три группы: A/B и START/C, LEFT/X и RIGHT/MODE, UP/Z и DOWN/Y. Различия между группами принципиальны, например, нажатие кнопки "LEFT" приводит к немедленному изменению логического уровня на соответствующем выходе, а при нажатии кнопок "A" или "B" импульсы SYN проходят на выход "A/B" непосредственно или с инверсией. На рис. 13 и 14 показано по одному сигналу из каждой группы при нажатии различных кнопок.

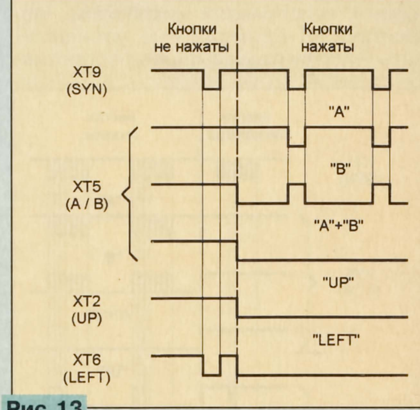


Рис.13

Каждая из трех кнопок "TURBO" джойстика "Sega-1" при нажатии соединяет соответствующий вход ("A", "B" или "C") микросхемы DD1 с ее выходом F/2. Импульсы на этом выходе имеют форму "меандра" с периодом 80 мс. Цепь ABC (общий провод этих кнопок) подключена внутри микросхемы к устройству защиты выхода F/2 от перегрузки, возникающей при одновременном нажатии кнопок "TURBO A" и "A", "TURBO B" и "B" или "TURBO C" и "C".

Общий вид печатной платы "шестикнопочного" джойстика приведен на рис. 15. Контактные площадки XT1—XT9 соединены кабелем с розеткой XS1, внешний вид и назначение гнезд которой показаны на рис.16. Ремонти-

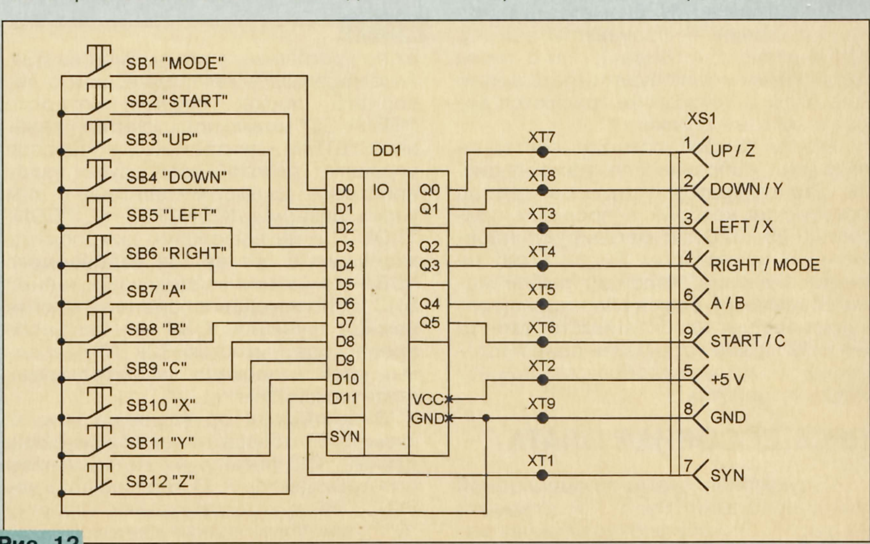


Рис. 12

Продолжение. Начало см. в "Радио", 1998, № 4.

руя джойстик, следует в первую очередь убедиться в отсутствии обрывов проводов этого кабеля. Обратите внимание, что одноименные контактные площадки XT1-XT9 на платах джойстиков для “Sega-1” и “Sega-2” имеют разное назначение и соединены с разными гнездами розетки.

Схема простого устройства, заменяющего вышедшую из строя бескорпусную микросхему в джойстике “Sega-1”, изображена на рис. 17. Все детали размещают в корпусе манипулятора: микросхему DD1 приклеивают к обратной стороне его печатной платы, соединения выполняют отрезками тонкого монтажного провода. Если кнопки SB1-SB8 остаются подключенными к неисправной микросхеме, резисторы R1-R8 можно не устанавливать — их функции выполнят сопротив-

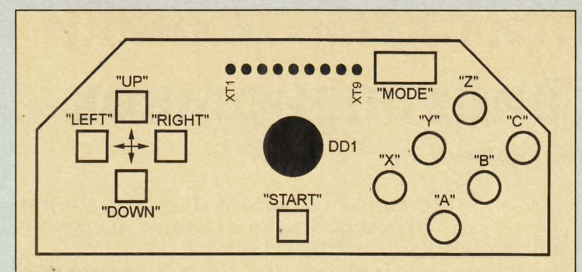


Рис.15

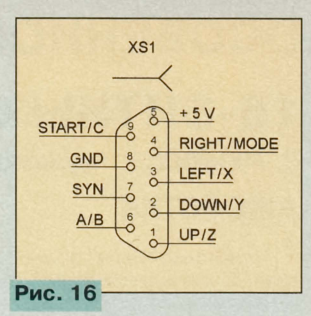


Рис. 16

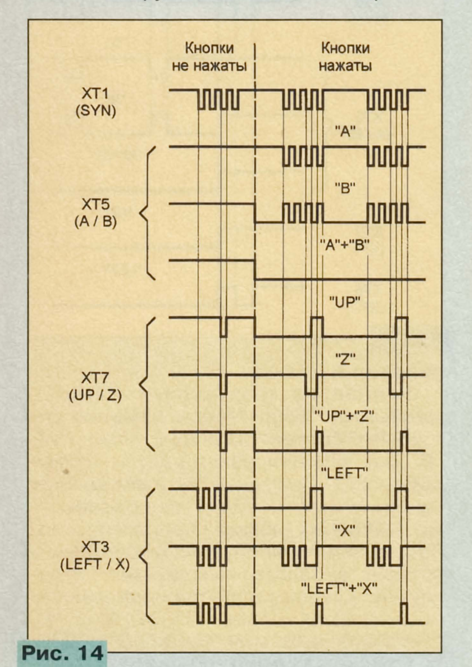


Рис. 14

ления каналов ее МДП-транзисторов.

Заменить неисправную микросхему в джойстике приставки “Sega-2” значительно сложнее, так как форма ее выходных сигналов зависит от числа импульсов в пачке SYN. Возможный выход из положения — произвести замену, как описано для “Sega-1”, но с таким джойстиком можно будет играть только в те игры, в которых не требуются дополнительные кнопки.

Режим “SLOW” поможет восстановить узел, собранный по схеме на рис. 18. Это генератор импульсов, период повторения которых в пределах примерно 20...120 мс регулируют переменным резистором R2 (его тип не имеет значения, подойдет любой малогабаритный). Если в оперативной регулировке нет необходимости, вместо R1 и R2 можно установить один постоянный резистор, подобрав его при наладке устройства.

ПРОЦЕССОРНАЯ ПЛАТА

Структурная схема процессорной платы приставки “Sega” представлена на рис.19. Это достаточно сложная вычислительная система, состоящая из центрального, видео- и музыкального процессоров.

В качестве центрального используется микропроцессор MC68000. Он имеет 23-разрядную шину адреса (A0—A22), 16-разрядную шину данных (D0—D15), шину управления и работает по программе, считываемой из ПЗУ, находящегося в картридже, или с лазерного диска, привод которого “MEGA-CD” можно подключить к разъему “SYSTEM”. Центральный процессор управляет работой всех других узлов приставки. Джойстики связаны с ним через разъемы “CONTROL 1”, “CONTROL 2” и интерфейсную микросхему, входящую в состав так называемого КСБ — комплекта специализированных БИС, выполняющих в приставке многие важные функции. ОЗУ центрального процессора емкостью 32К 16-разрядных слов выполнено на микросхемах статической памяти.

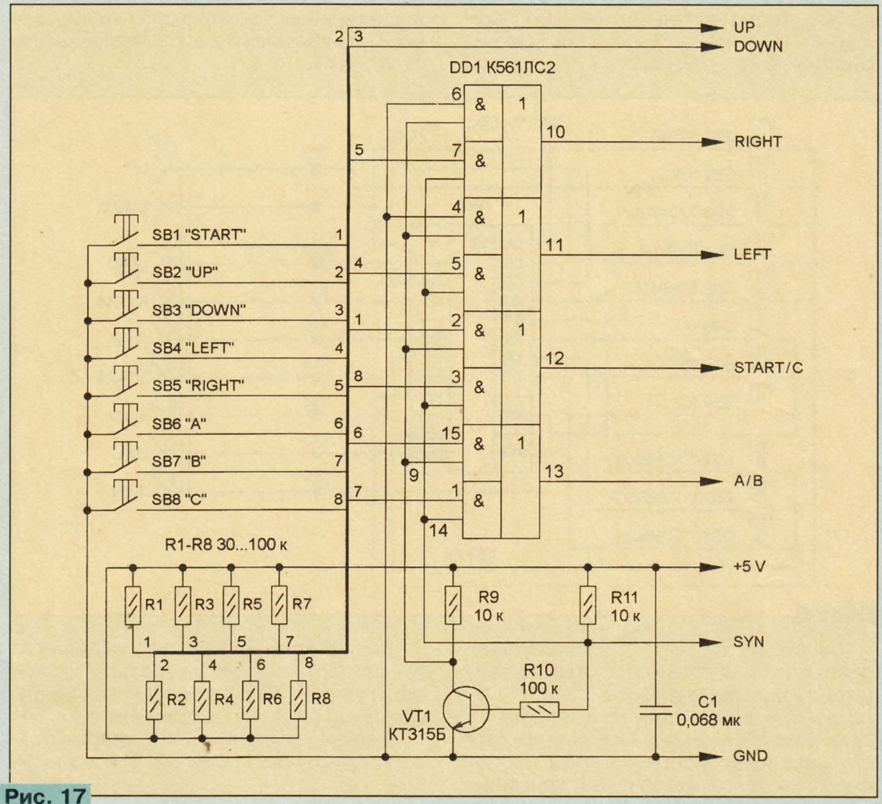


Рис. 17

Видеопроцессор (одна из микросхем КСБ) обрабатывает графические данные. Он формирует видеосигналы основных цветов R, G, B и синхросмесь SYNC. На выход приставки (розетку “A/V”) поступает полный цветовой телевизионный сигнал стандарта PAL, сформированный из сигналов видеопроцессора кодером PAL. Трехшинная информационная магистраль связывает видеопроцессор с видео-ОЗУ, состоящим из двух микросхем динамической памяти общей емкостью 64 Кбайт. Регенерация этого ОЗУ — тоже функция видеопроцессора.

Музыкальный процессор состоит из восьмиразрядного микропроцессора Z80A, синтезатора звуков на одной из микросхем КСБ и статического ОЗУ емкостью 8 Кбайт. Они связаны 16-разрядной шиной адреса (MA0—MA15), восьмиразрядной шиной данных

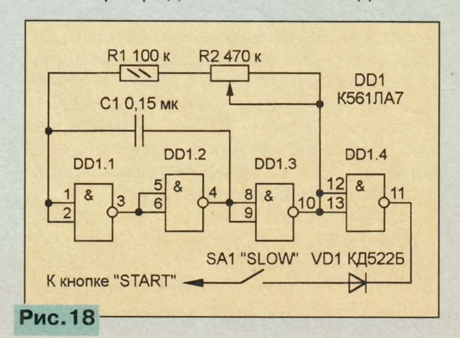


Рис.18

(MD0—MD7) и шиной управления. Сформированный музыкальным процессором стереофонический сигнал звукового сопровождения игры поступает на усилитель звуковой частоты (УЗЧ). Сюда же могут быть поданы звуковые сигналы непосредственно от картриджа или системного разъема. С выходом УЗЧ соединены гнездо головных стереотелефонов "PHONES" и розетка "A/V".

Работа всех узлов процессорной платы синхронизирована сигналом кварцевого генератора, номинальная частота колебаний которого — 53,203424 МГц (ровно в 12 раз выше частоты цветовой поднесущей в телевизионном стандарте PAL). На MC68000 подаются тактовые импульсы частотой в семь, а на Z80A — в 15 раз меньшей.

Рассмотрим устройство процессорной платы более подробно. Для удобства на всех приводимых далее принципиальных схемах использованы одинаковые названия сигналов и сквозная нумерация элементов.

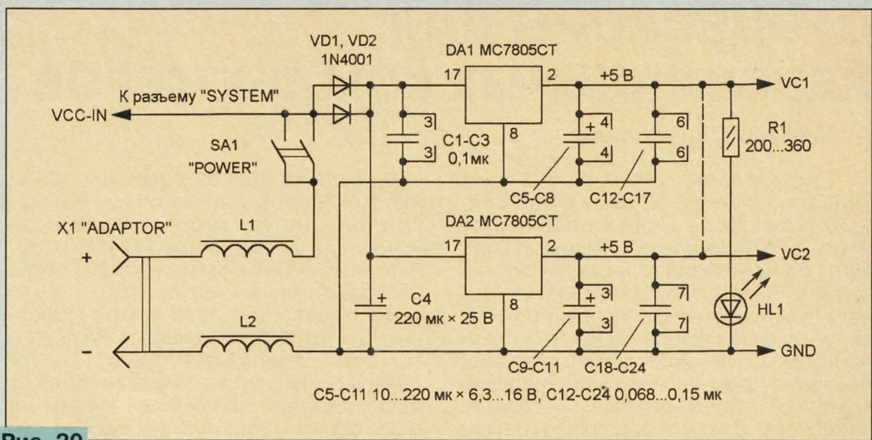


Рис. 20

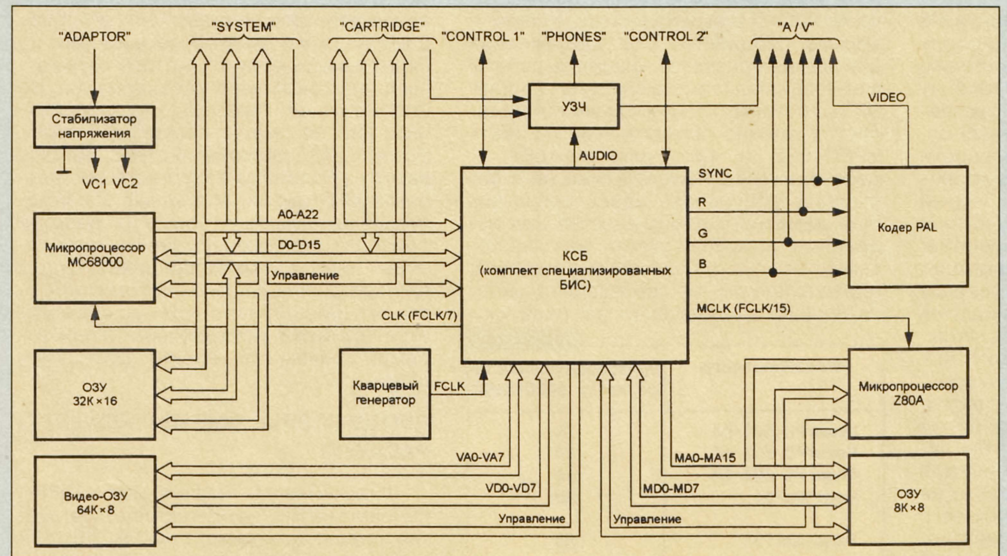


Рис. 19

СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ.

Схема этого узла показана на рис. 20. Входное нестабилизированное напряжение поступает от сетевого адаптера через гнездо X1. Дроссели L1, L2 подавляют высокочастотные помехи. При подозрениях на неисправность можно измерить омметром сопротивление дросселей постоянному току, которое не должно превышать 0,6 Ом. В некоторых моделях приставок вместо них установлены перемычки. Напряжение с гнезда X1 поступает и на розетку "SYSTEM" (по цепи VCC—IN), что можно использовать в диагностических целях. Диоды VD1, VD2 (аналоги КД208А, КД212А, КД212Б) защищают видеоприставку от случайной подачи напряжения обратной полярности. В некоторых моделях один из диодов отсутствует.

На микросхемах DA1 и DA2 собраны два идентичных стабилизатора напряжения 5 В. Первый из них по цепи VC1 обычно питает центральный и видеопроцессоры, видео-ОЗУ, картридж и устройства, подключаемые к розетке "SYSTEM". Второй, по цепи VC2 — остальные узлы. Разделение нагрузки облегчает тепловой режим микросхем DA1, DA2 и уменьшает связь по питанию между аналоговыми и цифровыми частями устройства.

Процессорная плата вместе с картриджем потребляют ток 0,5...0,8 А. Суммарная мощность, рассеиваемая на микросхемах стабилизатора, доходит до 5 Вт; обе они обычно установлены на общем металлическом теплоотводе. Его площадь желательно увеличить до 80...120 см^2, что повысит надежность видеоприставки. Встречаются процессорные платы, на которых цепи VC1 и VC2 соединены между собой, как показано на рис. 20 штриховой линией. В этом случае обе микросхемы стабилизаторов обязательно должны быть однотипными и иметь максимально близкие параметры, что следует учитывать при их замене. Кроме указанных на схеме, можно применить, например, LM7805CK или отечественные КР142ЕН5А, КР142ЕН5В.

Оксидные и керамические конденсаторы C1—C24 предназначены для обеспечения устойчивой работы стабилизаторов и фильтрации помех. Они распределены по всей площади процессорной платы и установлены в непосредственной близости от выводов питания микросхем. Общее число конденсаторов на платах, выпущенных разными фирмами, может быть разным.

В тех приставках, где отсутствует светодиодный индикатор напряжения питания HL1, его рекомендуется установить, просверлив для этого отверстие в крышке корпуса и закрепив в нем клеем светодиод, например, АЛ307БМ.

КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР.

В приставках "Sega" используют гибридный кварцевый генератор HO-12C фирмы HOSONIC, внешний вид и назначение выводов которого показаны на рис. 21. В герметичном корпусе размерами 20,8×13,2×5,8 мм, кроме кварцевого резонатора, находятся бескорпусные и пленочные резисторы, конденсаторы и транзисторы, образующие генератор. Напряжение питания этого узла — 5 В, ток потребления — не более 25 мА. Сигнал на выходе OUT (соединен с цепью FCLK приставки) имеет уровни ТТЛ, его номинальная частота — 53,203424 МГц. Неисправный узел можно заменить кварцевым генератором на обычных элементах, собрав его,



Рис. 21

например, по одной из схем, приведенных в [4]. Отличие его частоты на несколько сотен килогерц от указанной не повлияет на устойчивость работы приставки и качество формируемого изображения.

ЛИТЕРАТУРА

4. **Белоусов О.** Кварцевые генераторы. — Радіоаматор, 1997, № 1, с. 30; № 2, с. 22, 23; № 3, с. 39.

(Продолжение следует)

ПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

А. ФРУНЗЕ, г. Москва

Одновременно с PowerPC 604 были выпущены первые образцы 64-разрядного процессора этого семейства — PowerPC 620. Они также были выполнены по 0,5-мкм технологии и работали на частоте 133 МГц. Особенностью процессора было наличие трех исполнительных целочисленных устройств (вместо одного в 32-разрядных моделях). Эта особенность предопределялась "целевой функцией" разработчиков — создать платформу компьютеров общего назначения, не уступающую x86 ни в производительности, ни в популярности. Благодаря ей процессор мог выполнять до четырех команд за один такт. Наличие большой кэш-памяти (как у PowerPC 604e) также положительно сказалось на производительности.

Однако существенно превзойти P6 в производительности процессору PowerPC 620 не удалось. Предоставим слово уже цитировавшемуся Майклу Слейтеру: "... самым большим разочарованием явился 620-й процессор. Оказалось, что по производительности он будет опережать прибор P6 корпорации Intel лишь на 10...15 %. Точные цифры назвать нельзя, пока системы не сошли с конвейера, и, возможно, преимущество будет более значительным, но можно быть абсолютно уверенным, что двукратного превосходства PowerPC не продемонстрирует. Итак, где же хваленое превосходство RISC-систем? И почему 620-й процессор, имеющий вдвое больше транзисторов, чем 604-й, не достигает вдвое более высокой производительности? Вы заявили, что 620-й предназначен для серверов и что SPEC-тесты просто не позволяют продемонстрировать его мощь. Но если это так, то где же процессор для настольного ПК высокого класса? Ведь 604-й — всего лишь хороший процессор среднего уровня, однако он не в состоянии обеспечить значительный отрыв лидирующим поставщикам настольных компьютеров."

Конечно, дела с производительностью процессоров обстоят не столь уж плохо. В предыдущей части статьи приведена выдержка из открытого письма поклонника PowerPC руководителям фирм Apple, Motorola и IBM. Он умышленно несколько сгустил краски в надежде вызвать действия, которые привели бы к увеличению разрыва в производительности между PowerPC и самыми "быстрыми" из процессоров семейства x86. Но в одном автор письма прав — имеющееся на сегодняшний день преимущество нельзя назвать значительным. Приводимая ниже табл. 1 красноречиво свидетельствует об этом.

Нужно, однако, отметить следующее. Фирма Intel заявила, что из-за ошибки в компиляторе теста SPECint92 результаты, полученные после 1 сентября 1995 г. для процессоров Pentium и Pentium Pro, завышены примерно на 10 %. По мнению автора, это относится к Pentium-150, Pentium Pro-150, Pentium-166 и Pentium Pro-166. Данные об их производительности, а также процессоров PowerPC 604-150, PowerPC 603e-166, Pentium Pro-180 и Pentium Pro-200 взяты из [5], остальных — из [4] и [6].

На тестах SPECfp92 самые "быстрые" из PowerPC опережают Pentium с той же тактовой частотой в 1,5...1,9 раза. В сравнении же с Pentium Pro от их преимущества практически ничего не остается — мощный сопроцессор последнего заметно уступает лишь сопроцессорам самых производительных RISC-процессоров, которые будут рассмотрены ниже.

Заметим, что быстродействие сопроцессора сказывается только при работе в специализированных пакетах типа AUTOCAD и ему подобных, а также в весьма специфических приложениях для научных расчетов. Скорость работы в операционных системах типа Windows NT и в сетевых конфигурациях определяется именно показателями по тесту SPECint92, и, как видно из табл. 1, действительно, PowerPC пока не в состоянии обеспечить здесь сколь-нибудь заметного преимущества над изделиями Intel. Если учесть, что уже появились процессоры 6x86 фирмы Cyrix, превосходящие по производительности Pentium с одинаковой тактовой частотой и K6 от AMD, который также "быстрее" Pentium, то опасения М. Слейтера выглядят вполне оправданными — разработчикам альянса Apple—IBM—Motorola нужно приложить еще немало усилий для того, чтобы их продукция стала более привлекательной, чем клоны x86.

Таблица 1

Микропроцессор	Производительность по тесту SPECint92
PowerPC 601-66	74
PowerPC 602-66	40
PowerPC 603-66	62
Pentium-66	80
Pentium-75	90
PowerPC 601-80	90
PowerPC 603-80	75
PowerPC 603e-80	96
Pentium-90	110
PowerPC 601-100	112
PowerPC 603e-100	120
PowerPC 604-100	135
Pentium-100	120
PowerPC 604-120	160
Pentium-120	140
PowerPC 604-133	180
PowerPC 620-133	225
Pentium-133	155
PowerPC 604-150	228
Pentium-150	198
Pentium Pro-150	276
PowerPC 603ev-166	165
Pentium-166	217
Pentium Pro-166	327
Pentium Pro-180	327
Pentium Pro-200	366

В печати появились сообщения о разработке PowerPC 613 и PowerPC 614. Сколь-нибудь серьезной информации о характеристиках этих процессоров нет, за исключением того, что начальная тактовая частота последнего будет равна 267 МГц и выполнены они будут по 0,18- или даже 0,15-мкм технологии. Первые образцы этих изделий можно ожидать в текущем году.

И последнее, о чем, пожалуй, стоит упомянуть, — появилась информация о том, что фирма IBM приступила к разработке процессора PowerPC 615, который должен, помимо своих команд, аппаратно поддерживать команды x86. Если этот проект будет удачно завершен, позиции PowerPC существенно усилятся — он вступит в борьбу с x86 на их же территории и на него не будет давить груз отсутствия адекватного программного обеспечения. Но опять-таки нет гарантий, что разработчики x86 не смогут противопоставить PowerPC 615 достойный ответ. Мы же с вами, наблюдая за этой жесткой конкурентной борьбой, все время оказываемся в выигрыше — новые разработки приводят к снижению цен на процессоры, еще вчера казавшиеся чудом производительности и верхом стоимости, и в нашем распоряжении оказывается техника с прекрасными параметрами, причем по вполне доступным ценам.

ПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ HEWLETT-PACKARD

Фирма Hewlett-Packard еще в 1986 г. перешла на RISC-архитектуру, разработав процессоры семейства PA-RISC (PA — Precision Architecture — прецизионная архитектура). В настоящее время она производит уже четвертое семейство своих RISC-процессоров. Базовой моделью семейства стал 7100 (1992 г.), изготовленный на кристалле площадью 200 мм^2 по 0,8-мкм технологии. Он допускал параллельное выполнение двух команд с плавающей запятой, имел хорошо продуманную систему управления конвейерами, практически исключающую их простой, и работал на частоте 100 МГц.

Последовавший за ним PA-7100LC стал первым микропроцессором с интегрированными средствами мультимедиа. Он способен в реальном масштабе времени декодировать видеосигнал со скоростью 30 кадров в секунду в масштабе MPEG-1, одновременно поддерживая стереозвук. Появившиеся позже процессоры PA-7150 и PA-7200 в целом близки к PA-7100, но по сравнению с последним в них приняты меры для повышения производительности: в первом тактовая частота увеличена до 125 МГц, а во втором использованы оригинальные разработки инженеров фирмы по повышению производительности кэш-памяти второго уровня.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 1998, № 4.

Процессоры следующего поколения (PA-8000) относятся к 64-разрядным структурам и допускают параллельное выполнение до четырех команд. Выполнены они по 0,5-мкм технологии и функционируют на частоте 200 МГц.

Заканчивается разработка 0,35-мкм модели PA-8200, которая будет работать на еще более высокой тактовой частоте. За один такт процессор сможет выполнять до четырех команд, выбранных из динамически переупорядочиваемого буфера объемом до 56 команд. 10 исполнительных устройств разбиты на пары, допускающие параллельное выполнение команд в них. Это — два целочисленных устройства, два устройства для операций с плавающей запятой и по два устройства деления/извлечения корня, загрузки/сохранения и сдвига/совмещения. В процессоре нет внутренней кэш-памяти первого уровня L1. Ее отсутствие компенсируется наличием 128-разрядного интерфейса для внешней кэш-памяти первого уровня, объем которой может достигать 4 Мбайт. В качестве системной используется шина Runway. Она применялась и в ранних моделях PA-RISC и характеризуется пропускной способностью до 768 Мбайт/с.

Но несмотря на свои почти уникальные характеристики, не PA-8000 находятся сейчас в центре внимания специалистов в области микропроцессоров. В июне 1994 г. между фирмами Intel и Hewlett-Packard было заключено соглашение, целью которого является создание процессора нового поколения. Одни именуют его P7, другие — PA-9000. Недавно стало известно его "рабочее" название — Merced, но приживется ли оно подобно Pentium, неизвестно. По иронии судьбы этот проект призван развить "антирисковую" концепцию микропроцессоров — VLIW (Very Long Instruction Word — очень длинные инструкции), в противовес бурно развивающимся RISC-процессорам с простыми и короткими инструкциями.

Как упоминалось, многие современные CISC-процессоры (P6, Nx586, K5, K6) содержат в своем составе устройства, преобразующие длинные и нерегулярные команды x86 в короткие и регулярные RISC-команды, которые затем с большой скоростью "перемалываются" RISC-ядром процессора.

Однако и RISC-технология постепенно приближается к своему пределу производительности, в связи с чем разработчики ищут новые пути ее повышения. Похоже, что достигнутый уровень технологии позволяет реализовать принципиально новый подход: длинные и нерегулярные команды x86 преобразуются в очень длинные, но регулярные, которые затем выполняются большим числом параллельно работающих внутренних устройств также за один такт. Другими словами, за один такт может быть выполнено сразу несколько десятков команд, что недостижимо для сегодняшних RISC-систем. Пока это лишь проект, и Merced (PA-9000) существует только на бумаге. Но ясно, что разработчики ведущих фирм "выжмут" все из тех возможностей, которые им даст технология, а развитие последней всегда будет предоставлять им широкое поле для деятельности.

ПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ DEC

Корпорация Digital Equipment (DEC) широко известна благодаря популярным (в том числе и в нашей стране) мини-компьютерам PDP и VAX. На рынок RISC-систем она вышла относительно недавно, но практически сразу завоевала позицию лидера по производительности благодаря уникальным характеристикам микропроцессоров семейства Alpha. Передовые решения, реализованные DEC в ее новых изделиях, на первых порах показались даже слишком радикальными. Так, в течение двух лет не было программ, адаптированных для ее 64-разрядных процессоров. Однако стратегия DEC "на опережение" оказалась весьма разумной. Сегодня платформа Alpha поддерживается весьма солидным списком программных средств, причем некоторые из них — уникальны, как, например, 64-разрядная версия СУБД Oracle 7.0.

Собственно, история микропроцессоров Alpha началась в 1988 г. DEC, равно как и остальные сегодняшние производители RISC-систем, прозевала уход Intel в отрыв в разработке процессоров для компьютеров. Не будучи в состоянии догнать Intel, продвигаясь по проложенному ею пути, DEC приступила к выполнению программы, которая должна была одним рывком вывести корпорацию в число лидеров.

Проект Alpha был ориентирован на самую передовую на то время 0,8-мкм технологию, перспективную архитектуру, поддерживающую режим SMP (Simmetric Multiprocessing — симметричное мультипроцессирование) и обработку 64-разрядных приложений в среде UNIX (несколько позднее для процессоров Alpha была адаптирована и ОС Microsoft Windows NT). Разработчики руководствовались принципом предельного упрощения конструкции, полагая, что это позволит выйти на тактовые частоты, недоступные изделиям конкурентов, и добиться рекордной производительности за счет работы на предельно возможных частотах. Жизнь подтвердила правильность этого подхода.

Первым процессором семейства Alpha APX стал 21064, выполненный на кристалле площадью 238 мм^2 и содержащий 1,7 млн транзисторов. Фантастическая по тем временам тактовая частота 200 МГц и суперскалярная обработка (до двух команд за один такт) позволили ему превзойти по производительности всех остальных конкурентов. Конвейер состоял из десяти ступеней, что также было очень необычным.

В 1994 г. была выпущена следующая модификация — 21064A — с тактовой частотой 275 МГц. Через год появился процессор третьего поколения — 21164. Он был выполнен по 0,5-мкм технологии, и на подложке площадью 298 мм^2 размещено 9,3(!) млн транзисторов. Число исполнительных устройств было увеличено с двух до четырех, а кэш-память второго уровня объемом 96 Кбайт впервые размещена на кристалле микропроцессора.

Долгое время 21164 оставался лидером по производительности, и только в 1996 г. продукция конкурентов DEC приблизилась к его уровню. Казалось, что разработки конкурентов из MIPS Tecnologies, Hewlett-Packard и SUN Microsystems уже "наступили на пятки" процессору Alpha. Но в 1997 г. ситуация вновь изменилась — DEC выпустила 400- и 433-мегагерцевые версии 21164, снова уйдя в отрыв. Кроме того, она завершает разработку 500-мегагерцевого 21264, производительность которого по тесту SPECint92 должна перевалить за 1000, а по SPECfp92 — за 1500. Известно, что на кристалле этого процессора будет размещено 15 млн транзисторов.

Корпорация DEC обнародовала свои планы долгосрочного развития процессорного направления. Вслед за 21264 должен появиться процессор с кодовым названием EV7, выполненный по 0,25-мкм технологии и работающий на частоте 750(!) МГц. Он будет иметь в своем распоряжении 16 конвейеров. Это позволит, по мнению специалистов DEC, втрое поднять его производительность в сравнении с 21264. И завершит (ли?) эту линию 32-конвейерный процессор следующего тысячелетия EV8, который уместит внутри себя 250 млн транзисторов и будет работать с тактовой частотой 1 ГГц.

Конечно, эти цифры с трудом укладываются в голове. Но поверили бы мы, собирая каких-нибудь 10 лет назад "Радио-86РК" с тактовой частотой 1,77 МГц, что сегодня будем работать со 100...200-мегагерцевыми процессорами? Что касается автора, то, наверное, нет — он в течение уже полугода никак не привыкнет к имеющемуся у него 210-мегагерцеву.

Помимо суперпроизводительных процессоров, DEC разработала и поставляет процессоры Alpha 21066/21068, являющиеся упрощенным вариантом 21064. Их тактовая частота — от 66 до 233 МГц, цены — от 200 до 350 долл. Более плотная "упаковка" транзисторов на кристалле позволила включить в состав процессоров графический контроллер, контроллер прямого доступа к памяти и контроллер PCI-шины. Благодаря своим широким возможностям и низкой стоимости, они стали весьма привлекательными для использования в рабочих станциях нижнего уровня.

ПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ SUN MICROSYSTEMS

В течение довольно долгого времени фирма SUN выпускала процессоры семейства SPARC для недорогих рабочих станций и UNIX-серверов. В основном это была техника, используемая учебными и научными организациями. Вплоть до 1993—1994 гг. занимаемая фирмой ниша была относительно спокойной, и серьезного давления со стороны конкурентов SUN не ощущала. Но рост производительности процессоров Pentium и P6 позволил Intel предпринять попытку по завоеванию части этого рынка. Одновременно на него стали претендовать и участники альянса Apple—IBM—Motorola — фирмы Toshiba и Tatung Science & Technology выпустили часть своих компьютеров с процессорами PowerPC вместо SPARC. Сложившаяся ситуация вынудила SUN приложить усилия по возвращению потерянной

части рынка. С этой целью были ускорены работы по созданию процессоров UltraSPARC.

Первенец семейства — UltraSPARC I с рабочей частотой до 167 МГц — снабжен мощным арифметическо-логическим устройством, благодаря чему его производительность превзошла и PowerPC 620, и Pentium, и P6. В процессор интегрированы специальные блоки цифровой обработки графики и видеоданных, позволяющие ему выполнять компрессию/декомпрессию данных в стандарте MPEG-2 с частотой 30 кадров в секунду в реальном масштабе времени. Кроме того, обеспечивается весьма высокая скорость обработки изображений, более чем на порядок превышающая скорость выполнения этой работы любым из упомянутых процессоров. К тому же разработчикам SUN удалось добиться очень высокой скорости обмена процессора с системной шиной (до 1,3 Гбайт/с), что также положительно сказалось на производительности серверов, использующих UltraSPARC I.

В начале 1996 г. фирма анонсировала процессоры UltraSPARC II, вдвое превосходящие по производительности своих предшественников. Работают они на частотах вплоть до 300 МГц и также предназначены для использования в рабочих станциях и серверах, ориентированных на обработку высококачественных изображений. Дальнейшее развитие семейства — процессоры UltraSPARC III, которые должны появиться в первой половине 1998 г. и функционировать на частотах 350, 400 и 450 МГц. По производительности они более чем вдвое превзойдут UltraSPARC II и, по крайней мере, во столько же раз будут "быстрее" 200-мегагерцевых PA-8000 компании Hewlett-Packard при сопоставимых ценах.

Форсирование выпуска более мощных процессоров связано с желанием фирмы SUN завоевать рынок корпоративных серверов, где ее успехи пока еще более чем скромны. Первым шагом в этом направлении стала весной 1996 г. серия UltraEnterprise, старшая модель которой оснащена процессором UltraSPARC-200. Система представляет собой мультипроцессорный сервер, в котором независимо друг от друга параллельно могут работать до 30(!) процессоров. Архитектурно она компонуется из четырехпроцессорных модулей, объединяемых высокопроизводительной шиной, выполненной по патентованной технологии SUN UltraPort. Пропускная способность шины — до 2,6 Гбайт/с. Объем ОЗУ серверов — 60 Гбайт, дискового пространства — 9 Тбайт.

Но несмотря на всю их привлекательность, будущее этих изделий выглядит отнюдь не безоблачным. Дело в том, что для пользователей, уже работающих с серверами SUN, переход на новую модель довольно сложен — иное конструктивное исполнение и новая версия операционной системы делают upgrade весьма болезненным. В то же время для пользователей серверов на основе процессоров Hewlett-Packard подобный переход требует всего-навсего замены системной платы на новую, выполненную в том же конструктиве. Так что потребителю есть над чем задуматься, прежде чем выбрать UltraEnterprise, да и нынешние пользователи серверов SUN вряд ли выстроятся в очередь за новой моделью.

В конце весны 1996 г. SUN выкупила у Silicon Graphics подразделение, выпускавшее серверы Cray [7]. Оно производило суперсервер Cray Research CS6400, потенциально масштабируемый до 64 процессоров. В SUN начались работы по выпуску аналогичного изделия на процессорах UltraSPARC-200. Планируется также использовать в нем ряд архитектурных решений, отработанных при выпуске UltraEnterprise, в частности шину ввода-вывода и системную шину. Более конкретные детали проекта и сроки выпуска нового суперсервера ко времени подготовки статьи автору не были известны.

Фирма SUN продолжает расширять производственную базу своих процессоров. В частности, весной 1996 г. весь компьютерный мир был удивлен сообщением о том, что японский гигант NEC, известный своей приверженностью к разработкам MIPS, будет производить на своих заводах процессоры SUN (ранее они изготавливались только на предприятиях фирмы Texas Instruments). Однако впоследствии выяснилось, что NEC в упомянутом проекте играет роль чистого субподрядчика, изготавливая процессоры по технологическим маскам Sparc Technology Business, одного из подразделений SUN. NEC не принимает участия в разработках процессоров и не имеет права самостоятельной продажи изделий, что диаметрально противоположно ее позиции в отношении MIPS. SUN просто использует возможности NEC изготавливать серийные изделия с проектными нормами 0,28...0,35 мкм (а сегодня уже и 0,15...0,18 мкм). Такой технологией владеет всего десяток хорошо известных фирм (Intel, IBM, Motorola, AMD, Texas Instruments, NEC, SGS-Thomson, DEC, Hewlett-Packard — не правда ли, "знакомые все лица"?). Она принципиально необходима при создании процессоров с максимальной производительностью, и SUN пытается избежать проблем, с которыми постоянно сталкивается Cyrix, имеющая сегодня только одного внешнего производителя своих процессоров.

Помимо UltraSPARC, SUN анонсировала процессор microSPARC-IIep для программируемых устройств, включая системы офисной автоматизации, телекоммуникационные системы и корпоративные сетевые устройства. Это первый из процессоров SPARC с контроллером PCI на кристалле. Он, кроме того, имеет два интегрированных высокоскоростных интерфейса для работы с памятью программ и с памятью данных. Прямой интерфейс с памятью расширяет полосу пропускания запоминающего устройства и позволяет передавать данные без блокировки процессора. Контроллер интерфейса динамического ОЗУ формирует все необходимые сигналы для управления памятью объемом 256 Мбайт по 64-разрядной магистрали, имеется также устройство для регенерации этого ОЗУ. Объем кэш-памяти — 24 Кбайт, из которых 16 Кбайт — память команд и 8 Кбайт — память данных. Целочисленное устройство содержит восемь окон регистров на 136 слов, а арифметическое устройство с плавающей запятой — 32 32-разрядных регистра, исполнительные блоки общего назначения и аппаратные умножители.

Таким образом, фирма SUN вовсе не собирается уступать без боя завоеванные рынки, и последние разработки вновь выводят ее в число лидеров среди производителей RISC-процессоров.

Однако, помимо SUN, на рынке есть еще несколько фирм, производящих SUN-совместимую продукцию. Это оказалось возможным благодаря тому, что SPARC-архитектура открыта для разработчиков — SUN опубликовала и постоянно обновляет все необходимые для этого спецификации. Наиболее заметная из этих фирм — Ross Technology со своими процессорами hyperSPARC. В 1996-1997 гг. она выпустила изделия, работающие на частотах 133, 166 и 180 МГц. По оценкам независимых экспертов, в частности известной фирмы Dataquest, по производительности hyperSPARC-133 не уступает 233-мегагерцевому процессору Alpha фирмы DEC.

Примечательно также и то, что hyperSPARC допускают простой upgrade путем замены процессора в панельке (как, например, Pentium-100 на Pentium-166). Возможно, кому-то подобное достижение покажется малозначительным, но это не так — в мире RISC-процессоров и близко нет такой аппаратной и программной совместимости, к которой мы привыкли в мире x86.

Продолжает возрастать активность клонмейкеров компьютерных систем SUN. Но если ранее они следовали в фарватере "законодателя мод" на почтительном расстоянии, то в последнее время произошли заметные перемены. Клонмейкеры составили SUN не только коммерческую, но и технологическую конкуренцию. Особенно отличилась все та же Ross Technology, обнародовавшая результаты сравнительного тестирования систем на базе UltraSPARC и hyperSPARC. Сравнение оказалось не в пользу первых. Анализировать приводившиеся цифры вряд ли разумно, поскольку испытания проводились специалистами Ross Technology и не подтверждены независимыми экспертами (какой разительный контраст с миром x86, где независимых экспертов сотни!). Пожалуй, можно только отметить, что у систем на базе процессоров hyperSPARC лучше наращиваемость, благодаря чему возможен гораздо более протяженный во времени относительно дешевый upgrade вместо дорогостоящей операции по замене устаревшей системы на новую.

ЛИТЕРАТУРА

5. **Поляков В.** Микропроцессоры: между прошлым и будущим. — КомпьютерПресс, 1996, № 4, с. 62—67.

6. **Овсянников Е.** Новые процессоры PowerPC для PDA и блокнотных компьютеров. — СофтМаркет, 1995, № 24 (184), с. 13.

7. **Березин А.** Не Intel единый. — CompUnity, 1996, № 11, с. 42—50.

(Окончание следует)

ОСТОРОЖНО: ПОДДЕЛКА!

Россию трудно удивить подделками — со времен Остапа Бендера мы знаем, что контрабанда (импорт, по-нынешнему) делается не там, откуда якобы привезена. Страна наводнена сотнями тысяч "беспородных" компьютеров и миллионами компакт-дисков с пиратским программным обеспечением. Никого это особенно не беспокоит, периодически объявляемые кампании по искоренению фальшивок ведутся вполне в наших традициях и служат скорее для демонстрации намерений.

Однако сообщение, размещенное тайваньской фирмой ASUSTeK Computer Inc. на своем сайте в Интернете (http://www.asus.com.tw/company/right.html), привлекло внимание многих. Дело в том, что именно ASUSTeK пользуется на нашем рынке заслуженно высокой репутацией производителя неплохих и недорогих материнских плат. И вот сюрприз: появились подделки под продукцию этой фирмы.

В поле зрения ASUSTeK попали образцы фальшивых материнских плат TX97-E. Сегодня это, пожалуй, наиболее ходовые платы на рынке. Тщательное обследование, проведенное тайваньскими специалистами, выявило низкое качество подделок, причем это касается не только электрических характеристик, но и внешнего вида. Впрочем, последнее и к лучшему, так как поможет отличить подлинный продукт от пиратского. Кстати, ASUSTeK обещает награду сообщившему сведения, которые приведут к поимке злоумышленников. Обращаться следует к мистеру Шу (Mr. Shieu) по телефону 886-2-8943447#538.

Как же отличить подделку от настоящей продукции? На приводимых здесь фотографиях комментируемые фрагменты самих плат, их упаковки и т. д. помечены стрелками. Итак, **отличие...**

...первое. На коробке материнской платы фирмы ASUSTeK после аббревиатуры MMX напечатан знак торговой марки TM (**фото 1, а**), а на подделке этого знака нет (**фото 1, б**).

...второе. Упаковка подлинной платы снабжена наклейкой с серийным номером (**фото 2**), отсутствующей на упаковке подделки.

...третье. Орнамент темного цвета, нанесенный на антистатический пакет, в который помещена фирменная плата, состоит из квадратов (**фото 3, а**), а не ромбов (**фото 3, б**).

...четвертое. На пластиковый пакет с соединительными шлейфами фирма ASUSTeK наклеивает этикетку с серийным номером (**фото 4**), анонимный изготовитель фальшивки этого не делает.

...пятое. Фирменное руководство по эксплуатации отличается характерным для ASUSTeK высоким качеством полиграфии, а подделка выглядит так, как будто ее изготовили на ксероксе.

...шестое. На настоящем руководстве по использованию программы LDCM после логотипа фирмы ASUS напечатан символ "R" в кружке (**фото 5, а**), свидетельствующий о регистрации фирмы, на подделке этого знака нет (**фото 5, б**).

...седьмое. Подлинный лазерный диск с программным обеспечением в отраженном свете дает равномерный характерный отблеск (**фото 6, а**), тогда как на поддельном в этих условиях видна кольцевая структура (**фото 6, б**).

...восьмое. На фирменной плате со стороны проводников вытравлено наименование производителя изделия (**фото 7, а**), фирма-пират о себе, естественно, умалчивает (**фото 7, б**).

...девятое. Этикетка на корпусе микросхемы BIOS подлинной платы — прямоугольная (**фото 8, а**), а на корпусе фальшивки — практически квадратной формы (**фото 8, б**).

...десятое, последнее. Серийный номер материнской платы фирмы ASUSTeK выглядит так, как на **фото 9, а**, поддельная несет иную маркировку (**фото 9, б**).

Десяти отличий, на наш взгляд, вполне достаточно, чтобы, приобретая материнскую плату, не ошибиться. Желаем успехов!

Фото 1 а



б

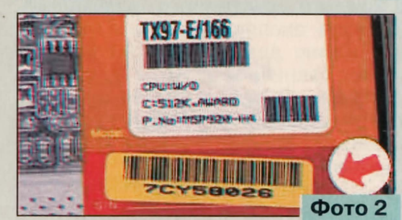
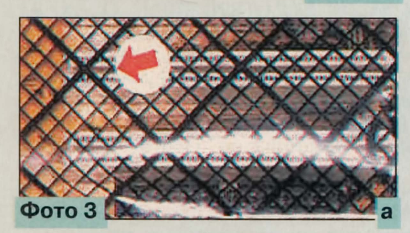
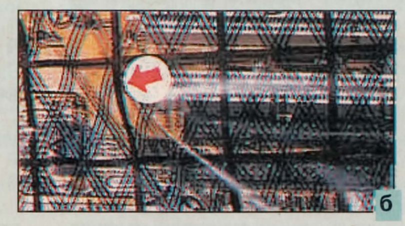


Фото 2


Фото 4


Фото 3 а


б

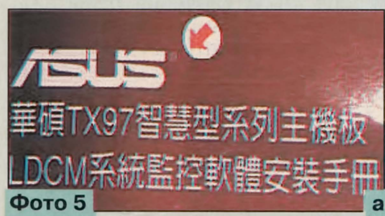


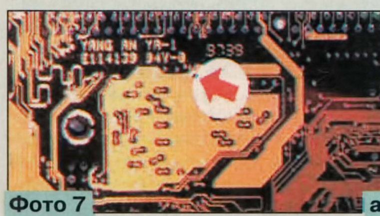
Фото 5 а

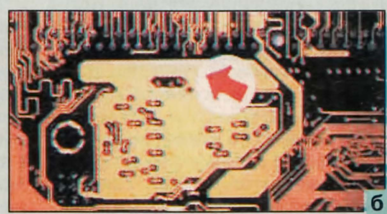


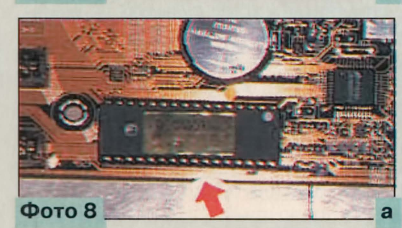
б


Фото 6 а


б


Фото 7 а


б


Фото 8 а

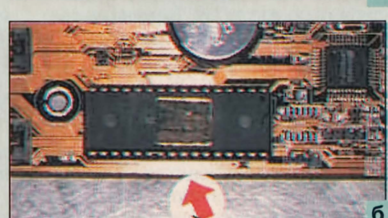
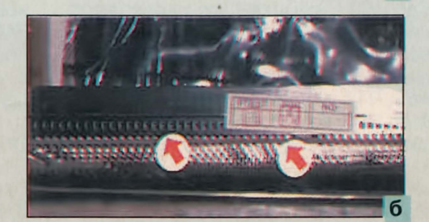

б


Фото 9 а


б

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

А. МАТЫКИН, г. Москва

Введение в относительно несложный функциональный генератор на микросхеме MAX038 функций качания частоты и генератора меток позволяет проводить разнообразнейшие измерения, регулировки и контроль работоспособности различной радиоэлектронной аппаратуры в широком диапазоне частот. Интересные возможности применения, которые имеет этот генератор, могут быть получены введением аналогичных узлов и в другие функциональные генераторы, описания которых опубликованы в нашем журнале в последние два-три года.

При проведении ряда измерений функциональный генератор, наряду с мультиметром и осциллографом, является обязательным прибором, входящим, пожалуй, в основной необходимый комплекс домашней лаборатории радиолюбителя.

Генератор качающейся частоты тоже бывает незаменим при исследовании, например, амплитудно-частотных характеристик. Он позволяет наблюдать за изменением характеристик в зависимости от вариации параметров исследуемых цепей, при этом в некоторых случаях время настройки резонансных цепей может быть в десятки, а то и сотни раз меньше, чем в классическом методе исследования АЧХ по точкам.

Обычно в несложных функциональных генераторах с небольшим частотным диапазоном отсутствуют регулировки скважности прямоугольных импульсов, а также времени прямого и обратного хода напряжения пилообразной формы, нет возможности получения частотно- или широтно-импульсного модулированного сигнала. Что касается генераторов качающейся частоты, то в них обычно много резонансных контуров, они трудны в настройке, их изготовление зачастую не под силу и радиолюбителям средней квалификации.

В простых ГКЧ [2] обычно отсутствуют сигналы частотных меток, и поэтому без частотомера толку от таких приборов очень мало.

Предлагаемый вниманию радиолюбителей-конструкторов генератор свободен от перечисленных недостатков. Большая часть прибора собрана на цифровых микросхемах, что максимально упрощает его налаживание. Изготовить его может даже радиолюбитель с небольшим стажем. В описании приведены рекомендации по изменению некоторых характеристик "под свой вкус".

Основные технические характеристики генератора

Рабочий диапазон частот разбит на девять поддиапазонов:

1) 0,095 Гц...1,1 Гц;
2) 0,95 Гц...11 Гц;
3) 9,5 Гц...110 Гц;
4) 95 Гц...1100 Гц;
5) 0,95 кГц...11 кГц;
6) 9,5 кГц...110 кГц;
7) 95 кГц...1100 кГц;
8) 0,95 МГц...11 МГц;
9) 9 МГц...42 МГц*.

Форма выходного сигнала — прямоугольная, синусоидальная, треугольная, пилообразная. Размах выходного напряжения от пика до пика (на сопротивлении нагрузки $R_н$= 50 Ом) — 1 В.

Скважность прямоугольных импульсов — 0,053...19. Регулировка частоты и скважности выходного сигнала — взаимонезависимая.

Сигналы частотных меток можно устанавливать с интервалами 10 и 1 МГц, 100, 10 и 1 кГц, а также 100 Гц.

Максимальная модулирующая частота по входам ШИМ и ЧМ — 2 МГц, девиация частоты $F_о$ (ЧМ) внешним модулирующим сигналом — до ±50 %.

Основу генератора (его схема приведена на рис. 1) составляет микросхема MAX038 фирмы MAXIM, подробное описание которой приведено в [1].

Рассмотрим работу прибора в режиме функционального генератора, когда движок резистора R6 "Девиация" находится в крайнем нижнем по схеме положении. Форма выходного сигнала генератора определяется логическими уровнями на входах A0, A1 и зависит от положения переключателя SA6. Было замечено влияние нестабильности управляющих сигналов для входов A0 и A1 на общую нестабильность частоты генерации. Для цели минимизации данного эффекта предназначены конденсаторы C12, C13, уменьшающие уровень наводок и пульсации источника питания.

Частота генерируемого сигнала зависит от емкости C_F, подключенной к выводу COSC (конденсаторы C1 — C8) напряжения на входе FADJ и втекающего тока на вход IIN. Выбор поддиапазона производится переключателем SA1. Плавная регулировка частоты внутри поддиапазона происходит по входу IIN. Величина тока, поступающего на вход, определяется сопротивлением резисторов R12, R13, коэффициентом усиления ОУ DA1.1 и положением движка переменного резистора R20. Для поддиапазонов 2 — 8 она составляет 21...240 мкА. При переходе на 9-й поддиапазон увеличивается масштаб усиления DA1.1 за счет уменьшения ООС (введение R19) и величина тока IIN возрастает до 160...750 мкА. Это необходимо из-за ограничения минимально допустимой величины емкости C_F в 20 пФ. При переключении на первый поддиапазон вводится R17, уменьшая падение напряжения на R20, R21 в десять раз и уменьшая соответственно IIN до 2,1...24 мкА.

Таким образом, для поддиапазонов 1 — 8 коэффициент перекрытия равен 11 и при переключении с одного поддиапазона на другой выходная частота изменяется в 10 раз, что позволяет использовать одну проградуированную шкалу плавного изменения частоты. Для девятого диапазона необходима отдельная шкала, он более растянут, коэффициент перекрытия — около 4,7. Для каждого конкретного экземпляра DA2 лучше экспериментально подбирать ширину девятого диапазона по значению граничной частоты генерации микросхемы. В любом случае для расширения, сужения или сдвига диапазонов частот можно воспользоваться формулами:

$$F_{min} \approx U_{min} R9/[C_F R' \cdot (R12+R13)];$$

$$F_{max} \approx U_{max} R9/[C_F R' \cdot (R12+R13)],$$

где U_{min}= 5R21/(R20+R21), U_{max}= 5, R′ = R18 — для поддиапазонов 1 — 8, R′ = R19 — для поддиапазона 9; C_F= C1...C8 (для соответствующего поддиапазона).

Параметры, представленные в формулах, измеряются соответственно: F — в килогерцах, U — в вольтах, R — в омах, C — в пикофарадах.

Надо отметить, что для первого поддиапазона из-за введения резистора R17 величины U_{min} и U_{max}, подставляемые в формулы для расчета частоты, необходимо уменьшить в десять раз относительно полученной. Конденсаторы C10, C11 предназначены для улучшения стабильности постоянного управляющего напряжения, поступающего на вход 5 ОУ DA1.1.

Относительная расстройка частоты (±50 % от F_0) осуществляется резистором R4 (SA3 в положении "F_0"). Для получения частотно-модулированных колебаний на вход ЧМ подают внешний модулирующий сигнал и переводят SA3 в верхнее по схеме положение (положение ЧМ).

Для широтно-импульсной модуляции используют соответствующий вход ШИМ; регулировка скважности производится резистором R2. Понятие "скважность" здесь применяется несколько условно, точнее — это изменение соотношения положительной полуволны относительно длительности периода в процентах: для прямоугольных колебаний это действительно скважность, но для колебаний треугольной формы — это соотношение времени прямого и обратного хода (сигнал меняется от "прямой" пилы до "обратной"), для синусоидального сигнала — изменение (искажение) формы сигнала. Последнее может быть полезно для минимизации коэффициента гармоник генератора подстройкой формы синусоиды.

Амплитуда модулирующих сигналов для входов ЧМ и ШИМ должна быть не более ±2,3 В.

Переключатели SA4, SA5 предназначены для отключения управления скважностью и частотой по входам DADJ и FADJ микросхемы DA2, при этом скважность устанавливается равной 2 (50 %), а частота точно соответствует выставленной резистором R20.

Выходной сигнал поступает с выхода OUT DA2 через резистор R44 на гнездо "Выход генератора 1". Входы COSC, DADJ, FADJ микросхемы очень чувствительны к внешним наводкам, их соеди-

*Верхняя частота девятого поддиапазона определяется конкретным экземпляром микросхемы MAX038: ее типовое значение — около 40 МГц, минимальное — 20 МГц.

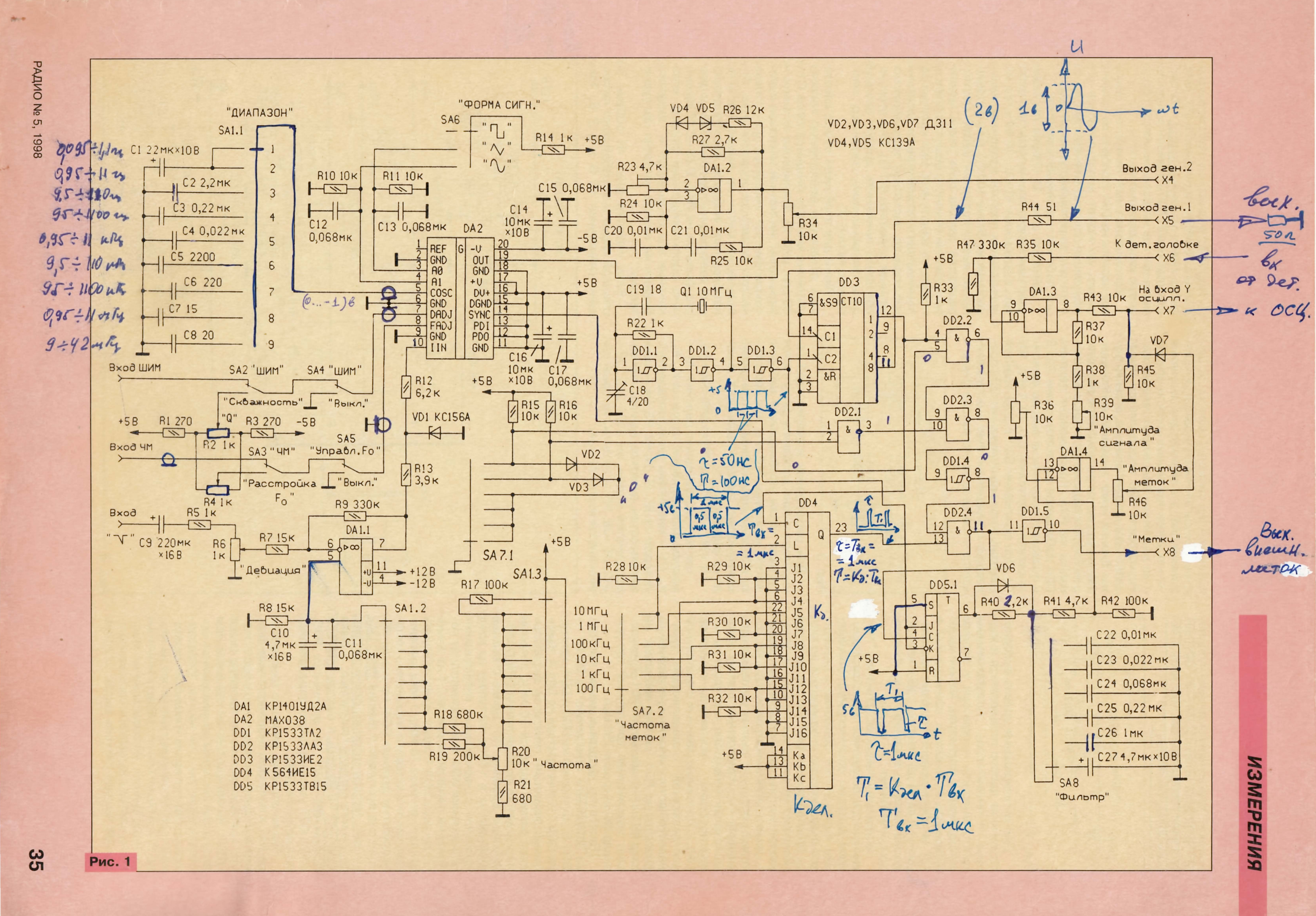

"ДИАПАЗОН"
SA1.1
C1 22мк×10В
C2 2,2мк
C3 0,22мк
C4 0,022мк
C5 2200
C6 220
C7 15
C8 20
"ФОРМА СИГН."
SA6
R14 1к +5В
R10 10к
R11 10к
C12 0,068мк
C13 0,068мк
C14 10мк ×10В
C15 0,068мк
-5В
DA2
REF
GND
A0
A1
COSC
DADJ
FADJ
IIN
-U
OUT
+U
DV+
DGND
SYNC
PDI
PDO
C16 10мк ×10В
C17 0,068мк
VD4 VD5 R26 12к
R27 2,7к
R23 4,7к
DA1.2
R24 10к
C20 0,01мк
C21 0,01мк
R25 10к
R34 10к
VD2,VD3,VD6,VD7 Д311
VD4,VD5 КС139А
Выход ген.2
X4
R44 51
Выход ген.1
X5
R47 330к
R35 10к
К дет.головке
X6
DA1.3
R43 10к
На вход Y осцилл.
X7
C19 18
Q1 10МГц
R22 1к
DD1.1
DD1.2
DD1.3
C18 4/20
DD3
CT10
R33 1к
DD2.2
DD2.3
DD2.1
DD1.4
DD2.4
DD1.5
R37 10к
R38 1к
R39 10к
"Амплитуда сигнала"
R45 10к
VD7
R36 10к
DA1.4
"Амплитуда меток"
R46 10к
"Метки"
X8
Вход ШИМ
SA2 "ШИМ"
SA4 "ШИМ"
"Скважность"
"Выкл."
+5В R1 270
"Q"
R3 270 -5В
R2 1к
SA5
Вход ЧМ
SA3 "ЧМ"
"Управл.Fo"
"Расстройка Fo"
R4 1к
R12 6,2к
VD1 КС156А
R13 3,9к
R15 10к
R16 10к
VD2
VD3
SA7.1
Вход
C9 220мк ×16В
R5 1к
R6 1к
R9 330к
R7 15к
DA1.1
"Девиация"
+12В
-12В
R8 15к
C10 4,7мк ×16В
C11 0,068мк
SA1.2
SA1.3
R17 100к
R18 680к
R19 200к
R20 10к "Частота"
R21 680
10МГц
1МГц
100кГц
10кГц
1кГц
100Гц
SA7.2
"Частота меток"
R28 10к
R29 10к
R30 10к
R31 10к
R32 10к
DD4
Ka
Kb
Kc
DD5.1
VD6
R40 2,2к
R41 4,7к
R42 100к
C22 0,01мк
C23 0,022мк
C24 0,068мк
C25 0,22мк
C26 1мк
C27 4,7мк×10В
SA8
"Фильтр"
DA1 КР1401УД2А
DA2 МАХ038
DD1 КР1533ТЛ2
DD2 КР1533ЛА3
DD3 КР1533ИЕ2
DD4 К564ИЕ15
DD5 КР1533ТВ15
ωt
вых.
50 ом
вх от дет.
к осц.
Вых. внешн. меток
τ = 50нс
T = 100нс
τ = 1мкс
$T_1 = K_{дел} \cdot T_{вх}$
$T_{вх} = 1мкс$
Kдел.

Рис. 1

нение с переключателями целесообразно проводить экранированным кабелем или узел генератора расположить в экранированном отсеке.

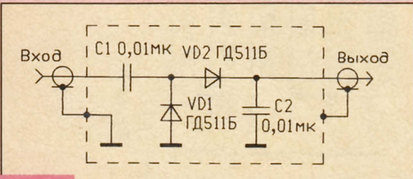


Рис. 2

Для регулирования уровня выходного сигнала удобно пользоваться внешним аттенюатором, подключаемым между выходом генератора и входом исследуемого устройства. Можно рекомендовать аттенюатор, приведенный в [2], он обеспечивает диапазон ослабления от 0 до 64 дБ с шагом 1 дБ и хорошо согласуется по входному и выходному сопротивлению.

В режиме качания частоты вход " ⌐ " генератора соединяют с соответствующим выходом осциллографа. Управление частотой ГКЧ синхронно с разверткой осциллографа производится по входу IIN микросхемы DA2. Сигнал со входа поступает на конденсатор С9, где отсекается постоянная составляющая. Далее с движка переменного резистора R6, который регулирует размах управляющего сигнала и соответственно ширину полосы качания генератора, поступает на инвертирующий усилитель—сумматор DA1.1. Просуммированный с постоянной составляющей, определяющей центральную частоту качания и регулируемую резистором R20, сигнал поступает на вход IIN DA2. Стабилитрон VD1 ограничивает максимально допустимый ток для входа IIN до уровня 750 мкА.

Генератор частотных меток состоит из задающего генератора на DD1.1 — DD1.3, делителей на DD3 и DD4, триггера DD5.1 и компаратора на DA1.4. Кварцевый задающий генератор вырабатывает сигнал частотой 10 МГц, который поступает на вход делителя DD3 (коэффициент деления 10). Далее с выхода DD3 сигнал в 1 МГц поступает на вход делителя с переменным коэффициентом деления DD4. В зависимости от положения переключателя SA7.1 на входе С триггера DD5.1 будет присутствовать сигнал частотой 10 МГц, 1 МГц или сигнал, частота которого определена коэффициентом деления DD4. На входы JK-триггера поступает с выхода SYNC DA2 сигнал, частота которого равна частоте выходного сигнала генератора, а фаза сдвинута на 90 град. К выходу триггера подключен ФНЧ на элементах R40, С22—С27 (частота среза определяется положением SA8).

Таким образом, на входе компаратора DA1.4 получаем низкочастотные биения выходной частоты сигнала генератора и частот, кратных частоте на тактовом входе DD5.1. Амплитуда биений тем выше, чем ближе расположены вышеуказанные составляющие по оси частот. Следовательно, при плавном изменении выходной частоты сигнала генератора на входе DA1.4 будут присутствовать всплески сигнала биений, указывающие на кратность частоты выходного сигнала генератора частоте сигнала меток. Ширина всплесков (во времени) зависит от ширины полосы ФНЧ и определяется положением SA8, это сделано для получения четких меток при разных полосах обзора и на различных диапазонах генератора. Резистором R36 определяется порог срабатывания компаратора, отсекая шумы биений ниже заданной амплитуды. Амплитуда меток регулируется резистором R46 и складывается с основным сигналом на R45. Коэффициент деления DD4 выбирается переключателем SA7.2 и позволяет получить на выходе делителя сигнал с частотами 100, 10, 1 кГц, 100 Гц. При положении SA7 в двух крайних (верхних по схеме) положениях DD4 производит однократный счет и останавливается — сигнала на его выходе Q нет.

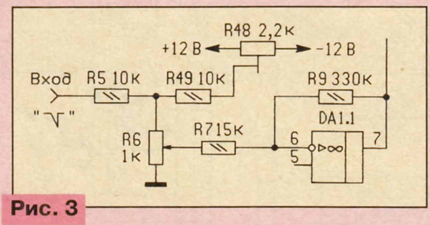


Рис. 3

Для расширения возможностей генератора можно дополнить сетку частот сигнала меток необходимым набором частот, например 465 кГц, для настройки УПЧ радиоприемников. В этом случае коэффициент деления выбирают исходя из формулы:

N = M (1000P1+100P2+10P3+ P4)+ P5,

где N — коэффициент деления; M — модуль, определяемый кодом на K_a, K_b, K_c; P1 — множитель тысяч, определяется кодом на J2, J3, J4; P2, P3, P4 — множители сотен, десятков, единиц, они определяются кодом на J13—J16, J9—J12, J5—J8; P5 — остаток, который определяется кодом J1—J4.

Подробное описание работы микросхемы К564ИЕ15 приведено в [3]. Генератор имеет отдельный выход "Метки", который может быть полезен в ряде измерений, где необходимо иметь образцовую кварцованную частоту.

Вспомогательный генератор звуковой частоты на DA1.2 собран по типовой схеме, он может использоваться для модуляции основного генератора по частоте или широтно-импульсной модуляции либо как отдельный генератор.

Детектор (рис. 2) собран по схеме удвоения напряжения и позволяет работать в диапазоне 10 кГц...50 МГц при использовании частоты развертки осциллографа не более 100 Гц. Для исследования низкочастотных цепей частота развертки должна быть очень низкой, применение обычного осциллографа не позволяет видеть АЧХ. При наличии запоминающего осциллографа возможно наблюдение частотных характеристик, начиная с частоты 0,1 Гц. При этом необходимо применить другую входную цепь синхронизации, например, показанную на рис. 3.

Также для этой цели лучше изготовить отдельную детекторную головку, увеличив емкости конденсаторов С1 и С2 (см. рис. 2). Увеличение их емкости расширяет частотный диапазон снизу, одновременно уменьшая допустимую частоту развертки осциллографа. Для получения меток на низких частотах необходимо выбрать соответствующий коэффициент деления DD4 и вместо фильтра на R40, С22—С27 применить высокодобротный фильтр; ограничение все же имеется — выделить биения на низких частотах затруднительно.

Блок питания (рис. 4) собран по обычной схеме и вырабатывает питающие напряжения ±5 В и ±12 В. Токи

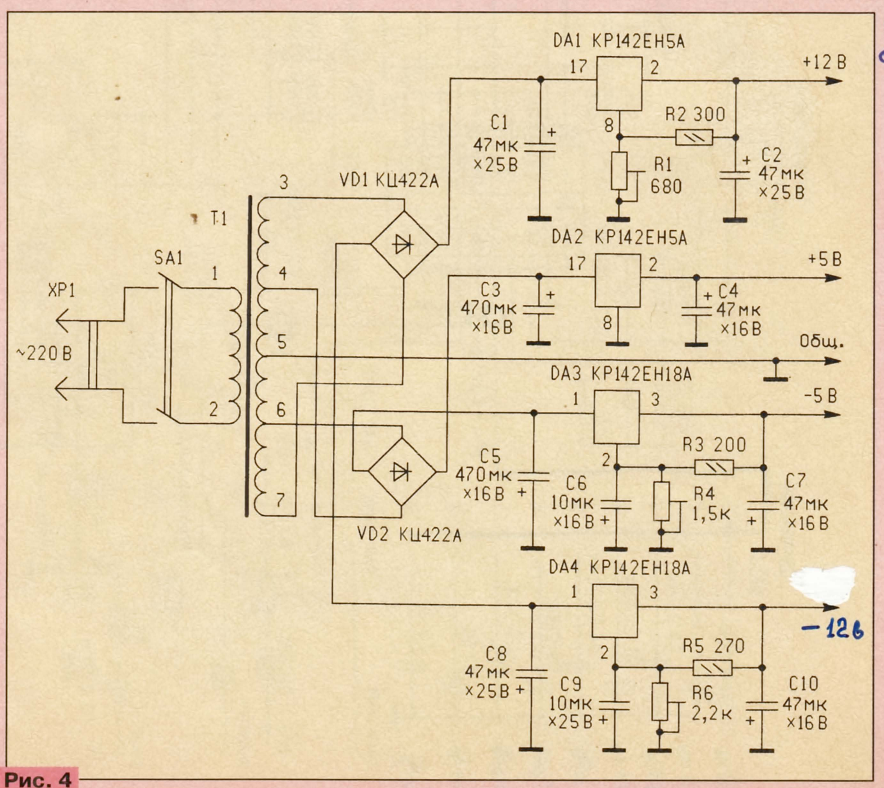


Рис. 4

"В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ" — ВЕДЕТ Б. С. ИВАНОВ

ТЕОРИЯ: ПОНЕМНОГУ — ОБО ВСЕМ

В. ПОЛЯКОВ, г. Москва

Освоить основы электроники, глубже изучить процессы, протекающие в цепях электронных устройств, без необходимых знаний в области электростатики, магнетизма, электрического тока и многого другого просто невозможно. Поэтому редакция начинает публикацию своеобразных коротких лекций, которые не только помогут лучше усвоить школьную программу по физике, но, будучи собранными в единую брошюру, станут настольным справочником.
Просим читателей присылать свои отзывы о наших публикациях в этом разделе, предложения по освещению тех или иных тем.

1. Электричество.

1.1. Электростатика.

Вы, надеемся, знаете, что все окружающие нас предметы и наше собственное тело состоят из атомов, объединенных в молекулы. Когда-то атом считался неизменным и неделимым "кирпичиком" мироздания, но теперь известно, что и атомы состоят из еще более мелких элементарных частиц. Главные из них — протоны и нейтроны, находящиеся в ядре атома, и электроны, образующие как бы "облачко" вокруг ядра или электронную оболочку. Каждый протон несет положительный элементарный заряд, а электрон — отрицательный (рис.1,а).

Разноименные заряды притягиваются, и атом представляет собой очень устойчивую конструкцию, в целом электрически нейтральную, потому что число протонов в каждом атоме равно числу электронов. Разрушить, расщепить ядро атома очень трудно, для этого нужны гигантские ускорители элементарных частиц или ядерные реакторы. Гораздо легче добавить или отнять один-два электрона из оболочки атома. Получится отрицательный или положительный ион, электрически заряженный. Кристалл поваренной соли, например, состоит из положительных ионов натрия и отрицательных — хлора. Их взаимное притяжение и придает прочность кристаллу.

Таким образом, твердые тела оказываются твердыми именно благодаря электрическим связям — вот как велика роль электричества в природе! Если электрические заряды в твердом, жидком или газообразном веществе жестко прикреплены к "своим" атомам, оно является диэлектриком, если же заряды могут перемещаться — они становятся проводниками. В металлах, например, внешние электроны атомов (слабее всех связанные с ядром) становятся "свободными", т. е. могут перемещаться по всему объему металлического предмета, поэтому металлы — хорошие проводники электричества. Проводимость жидкостей (электролитов) обусловлена наличием ионов, образующихся при растворении (добавлении к воде) солей, щелочей или кислот.

Явление электризации тел наблюдали еще древние. При трении стеклянной или эбонитовой палочки о шерстяную ткань палочка заряжается отрицательно (избыток электронов), а ткань — положительно (недостаток электронов). Наэлектризованные тела приобретают способность притягивать другие легкие предметы, например, мелкие клочки бумаги (рис.1,б). Проведите такой опыт, воспользовавшись обыкновенной пластмассовой расческой.

Почему притягиваются электрически нейтральные предметы? Потому что заряд на них перераспределяется — ближе к отрицательно заряженной палочке концентрируются положительные, а на дальней стороне — отрицательные заряды.

Шарль Кулон (1736–1806) установил, что сила притяжения прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между зарядами: $F = q_1q_2/4\pi\varepsilon\varepsilon_0R^2$ (**закон Кулона**).

Но в каких единицах измерять заряд? Можно числом элементарных

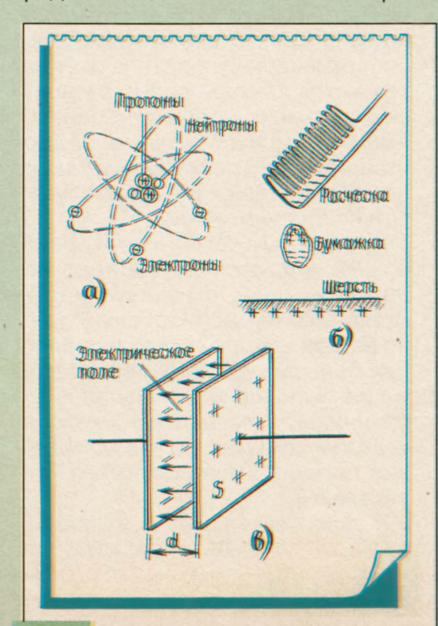


Рис. 1

зарядов, равных заряду электрона (меньше не бывает), но число получится очень большим. В системе СИ, на которую перешли теперь все страны и государства, заряд измеряют в кулонах (догадываетесь, в честь кого?), а один элементарный заряд (заряд электрона) равен $1{,}6\cdot10^{-19}$ К. Все формулы мы и будем писать в этой системе, обозначая q — заряд, ε — относительная диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума $\varepsilon = 1$), ε_0 — электрическая постоянная, измеряемая в фарадах на метр $\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}$ Ф/м), R — расстояние.

Накопить большой заряд можно следующим образом: надо помещать разноименные заряды на двух проводящих пластинках, разделенных диэлектриком, чтобы заряды притягивались друг к другу (рис. 1,в). В такой системе, называемой конденсатором, заряды могут сохраняться очень долго. Исторически первым конденсатором была лейденская банка (изобретенная в немецком городе Лейдене) — стеклянный сосуд, выложенный изнутри и снаружи металлической фольгой. Фольга служила обкладками (пластинами) конденсатора, а стекло — диэлектриком. Емкость конденсатора тем больше, чем больше площадь пластин и чем меньше расстояние между ними: $C = \varepsilon\varepsilon_0S/d$ (**емкость плоского конденсатора**).

Промышленно выпускаемые бумажные конденсаторы изготавливают из двух слоев металлической фольги, разделенных тонкой пропарафинированной бумагой. Полученную ленту сворачивают в рулон, делают выводы и помещают в цилиндрический или прямоугольный корпус.

Каким же образом взаимодействуют заряды? Современная наука объясняет это так. Вокруг каждого заряда образуется электрическое поле, которое и воздействует на другие заряды. Сила воздействия пропорциональна напряженности поля, которая измеряется в вольтах на метр (В/м). Для однородного поля, которое существует между обкладками конденсатора (рис.1,в), напряженность найти очень просто: $E = U/d$ (напряженность поля), где U — разность потенциалов или напряжение между обкладками, d — расстояние между ними.

У нас появилось новое понятие — разность потенциалов или напряжение, измеряемое в вольтах в честь создателя первого гальванического элемента Алессандро Вольта (1745–1827). Оно прямо пропорционально заряду конденсатора: $U = q/C$ (**связь заряда и напряжения**).

До каких же пор можно заряжать конденсатор? По мере увеличения заряда растет напряжение на конденсаторе, а вместе с ним и напряженность поля. При определенном значении напряженности диэлектрик

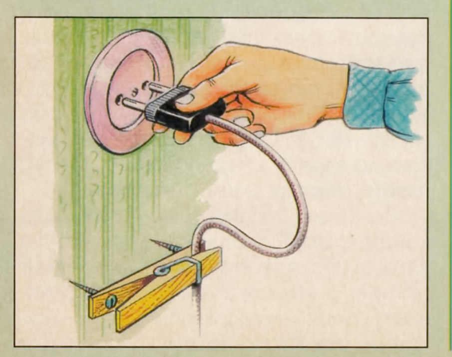
"пробивается" и между обкладками проскакивает искра, разряжая конденсатор. В твердом диэлектрике (слюда, парафинированная бумага) пробой бывает необратимым, и конденсатор останется только выбросить. Поэтому на корпусе всех промышленно выпускаемых конденсаторов, кроме номинальной емкости, указывают и предельное напряжение, до которого его можно заряжать.

В воздухе и жидкости (обычно масле) пробой обратим, и после проскакивания искры изолирующие свойства восстанавливаются. Пробивная напряженность поля для воздуха составляет примерно 3 МВ/м (мегавольта на метр), или 3 киловольта на миллиметр. Для твердых диэлектриков и масла она выше, из широко распространенных веществ особенно выделяется парафин — 40 киловольт на миллиметр, к тому же он хороший изолятор и не боится влаги.

Как же образуются искры при разрядке конденсатора или лейденской банки, которую часто снабжают специальными шариками-разрядниками? Очень просто. Когда напряженность поля достигает пробивного значения, поле "отрывает" внешние электроны атомов диэлектрика, делая их свободными. Они разгоняются полем, ударяются в нейтральные атомы и выбивают новые электроны, образуя лавину заряженных частиц. Движение этой лавины сопровождается звуковыми и световыми эффектами (треск искры и ее свечение). Самые большие искры — это молнии, разряжающие гигантский конденсатор, образованный наэлектризованным облаком и поверхностью Земли. ■

ПРИЩЕПКА ДЛЯ ШНУРА

Иногда сетевой шнур радиоприбора, скажем, блока питания, нужно держать вблизи розетки, чтобы в любой момент включить прибор. Для этой цели удобно применить простейший держатель из бельевой прищепки (см. рисунок). Один зажим прищепки прикрепляют шурупами к стене вблизи розетки и вставляют между зажимами шнур питания такой длины, чтобы вилка свободно доставала до розетки.



"В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ"

РЕТРО: РЕФЛЕКСНЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Детекторный приемник позволил вам практически познакомиться с принципами приема сигналов вещательных радиостанций и выделения из них колебаний звуковой частоты. Сделан и следующий шаг — изготовлен усилитель к приемнику, чтобы увеличить громкость звука. В итоге получился приемник прямого усиления. Разновидностью подобной конструкции можно считать рефлексный приемник, в котором одни и те же каскады выполняют двойную функцию — усиливают как радиочастотный сигнал, так и колебания звуковой частоты. О некоторых вариантах исполнения такого приемника рассказывается в предлагаемой подборке.

Рефлексный на одном транзисторе

Для приема мощных близлежащих радиостанций диапазона ДВ вполне пригоден однотранзисторный рефлексный приемник с магнитной антенной (рис. 1).

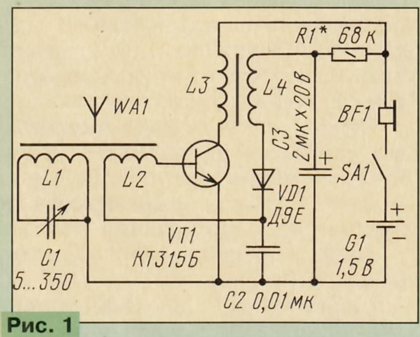


Рис. 1

Колебательный контур магнитной антенны образован катушкой L1 и конденсатором переменной емкости C1. Выделенные им колебания радиочастоты (РЧ) нужно усилить, но непосредственно подключать контур к усилителю нет смысла. Из-за малого входного сопротивления усилителя избирательность контура резко ухудшится и приемник окажется неспособным "выбирать" нужные радиостанции из расположенных близко по частоте — они будут прослушиваться одновременно.

Чтобы избежать этого, колебания РЧ подаются на усилитель через катушку L2, связанную индуктивно с контурной катушкой. Число витков катушки связи в десятки раз меньше контурной, во столько же раз меньше и сигнал на ней по сравнению с сигналом на колебательном контуре. Но это ослабление сигнала компенсируется усилителем РЧ.

Усиленный каскадом на транзисторе VT1 сигнал выделяется катушкой L3 высокочастотного трансформатора и через катушку L4 поступает на детектор, роль которого выполняет диод VD1. Нагрузкой детектора является эмиттерный переход транзистора (участок база–эмиттер), конденсатор C2 "срезает" колебания РЧ.

Полученные в результате детектирования колебания ЗЧ усиливаются транзисторным каскадом и подаются на головные телефоны BF1.

Напряжение смещения на базу транзистора поступает через резистор R1, являющийся одновременно и элементом фильтра R1C3, предотвращающего попадание колебаний ЗЧ с телефонов на базу транзистора.

Катушки L1 и L2 можно намотать на бумажном каркасе, расположенном на плоском или круглом стержне из феррита 600НН (такие стержни используют в промышленных малогабаритных транзисторных приемниках): L1 содержит 100...150 витков провода марок ПЭЛШО, ПЭВ или ПЭЛ диаметром 0,1...0,12 мм, L2 — 15...20 витков такого же провода. Катушки L3 и L4 тоже наматывают таким же проводом, но на ферритовом кольце внешним диаметром 10 и толщиной 5 мм (типоразмер К10х6х5). Каждая катушка должна содержать по 180 витков, размещенных равномерно по всей длине кольца. Вместо указанного на схеме транзистора подойдет КТ315Г, КТ315Е с коэффициентом передачи тока базы 100...150. Диод — любой из серии Д9. Конденсатор C1 — с наибольшей емкостью 350...400 пФ. Если окажется двухсекционный конденсатор меньшей емкости, его секции соединяют параллельно. Конденсатор C2 — БМ, МБМ, КМ или другого типа, C3 — К50-3А или аналогичный оксидный. Головные телефоны — ТОН-1 или ТОН-2, источник питания — любой гальванический элемент.

Если детали при монтаже соединены в соответствии со схемой, приемник, как правило, начинает работать сразу после включения. Возможно, сразу же появится

и самовозбуждение в виде свиста, тогда придется поменять местами включение выводов одной из катушек трансформатора.

После этого надо настроить приемник на какую-нибудь радиостанцию и попробовать подобрать резистор R1 такого номинала, при котором громкость звука в телефонах будет наибольшей. На время этот резистор можно заменить переменным, сопротивлением 150 или 220 кОм, и подобрать им наилучший режим работы транзистора. А затем измерить получившееся сопротивление и впаять в приемник постоянный резистор такого или возможно близкого номинала.

Двухтранзисторный рефлексный с печатной платой

Этот приемник (рис. 2) обладает значительно большей чувствительностью по сравнению с предыдущим. Учитывая, что каждый транзистор в нем выполняет двойную функцию, можно сказать, что приемник, по сути дела, четырехтранзисторный. Правда, по сравнению с предыдущим, он рассчитан на прием одной наиболее популярной радиостанции, например "Маяк", что позволило сделать приемник весьма малых габаритов.

Как и в предыдущем случае, прием ведется на магнитную антенну. Колебательный контур составлен из катушки индуктивности L1, конденсатора постоянной емкости C1 и подстроечного C2. Первым устанавливают резонансную частоту контура, соответствующую частоте принимаемой радиостанции, вторым более точно настраиваются на станцию. Хотя использовать подстроечный конденсатор не обязательно.

С выводов катушки связи L2 выделенный колебательным контуром сигнал поступает через конденсатор C3 на первый каскад усиления РЧ — он собран на транзисторе VT1. Напряжение смещения на базу подается через резистор R1.

Усиленный первым каскадом радиочастотный сигнал выделяется на резисторе нагрузки R2 и подается с него через конденсатор C5 на следующий каскад усиления, собранный на транзисторе VT2. Как и в первом каскаде, напряжение смещения на базе транзистора образуется благодаря включению резистора (R3) между базой и коллектором.

В цепи коллектора этого транзистора две нагрузки: одна — по радиочастоте, другая — по звуковой частоте. Радиочастотной нагрузкой служит катушка L3, поскольку верхний по схеме вывод катушки "заземлен" по радиочастоте (т.е. соединен с общим проводом — минусовой цепью источника питания) через конденсатор C6.

Выделенный катушкой L3 сигнал трансформируется (как и в магнитной антенне) и через катушку L4 поступает на детектор — диод VD1. Нагрузкой детектора является резистор R5 — на нем и выделяются колебания ЗЧ. А оставшиеся после детектирования радиочастотные колебания замыкаются на общий провод через конденсатор C7.

Итак, на выходе детектора появился сигнал ЗЧ, но он слаб и не может быть подан на головной телефон. Поэтому он поступает на транзисторный усилитель, выступающий теперь во второй роли — усилителя сигналов ЗЧ. В цепи сигнала стоит цепочка из последовательно соединенных резистора R4 и конденсатора C4. Конденсатор служит для развязки по постоянному току базовой и детекторной цепей. А резистор позволяет подобрать такую связь детектора с усилителем, при которой получается наибольшая громкость звука и отсутствует самовозбуждение.

Усиленный двумя каскадами сигнал ЗЧ выделяется на обмотке головного телефона, которая представляет для этих колебаний значительно большее сопротивление по сравнению с катушкой L3. Из телефона и слышна передача радиостанции.

Настало время поговорить о деталях приемника. Транзисторы должны быть серии КТ315 с буквенными индексами Б, Г, Е и статическим коэффициентом передачи тока базы около 100. Диод — любой из серии Д9.

Для изготовления магнитной антенны понадобится отрезок стержня диаметром 8 и длиной 50 мм из феррита 400НН или 600НН. На стержень надевают бумажный каркас длиной 40 мм. На одном из концов каркаса наматывают виток к витку катушку связи L2 — 15 витков провода марки ПЭВ диаметром 0,15 мм. Оставшуюся поверхность каркаса заполняют катушкой L1, намотав внавал 220 витков такого же провода. При таких данных антенны можно принимать радиостанцию в диапазоне ДВ. Если же в вашей местности работает мощная радиостанция диапазона СВ, число витков контурной катушки нужно уменьшить примерно до 120...100 (точнее подбирают при налаживании).

Катушки L3 и L4 трансформатора наматывают на ферритовом кольце внешним диаметром 7, внутренним 4 и толщиной 2 мм (в справочной литературе такое кольцо обозначают К7х4х2). Феррит должен быть 400НН или 600НН. Катушка L3 содержит 65 витков, а L4 — 170 витков провода ПЭВ или ПЭЛШО диаметром 0,1 мм. Провод наматывают равномерно по всей длине кольца.

Подстроечный конденсатор C2 — малогабаритный типа КПК-МП или КПК-МН с номинальной емкостью (она обозначена на корпусе конденсатора) 6...25 или 8...30 пФ. Оксидный конденсатор C4 — К50-6, К53-6 или другой малогабаритный, емкостью от 1 до 10 мкФ на любое напряжение. Остальные конденсаторы — любого типа, возможно, меньших габаритов, например, КМ-5, КМ-6. Все резисторы — ВС или МЛТ мощностью 0,125 или 0,25 Вт. Головной телефон — ТМ-2А либо аналогичный, сопротивлением 65–200 Ом. Выключатель питания SA1 — миниатюрный любой конструкции. Источник питания — гальванический элемент типоразмера АА, например 316.

Детали приемника, кроме источника питания, выключателя и головного телефона, смонтированы на печатной плате (рис. 3) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Если такого материала нет, возьмите обычный стеклотекстолит, гетинакс или другой аналогичный изоляционный материал толщиной 1...1,5 мм, просверлите в нем показанные на рисунке отверстия, вставьте в отверстия выводы деталей и соедините их между собой

Рис. 2

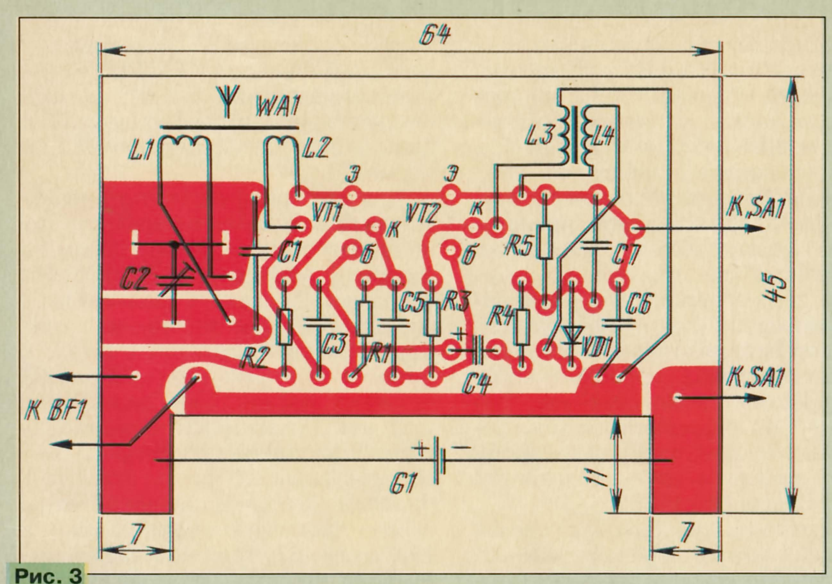


Рис. 3

проводниками, имитирующими цветные площадки и утолщенные линии.

При наличии фольгированного материала совсем не обязательно вытравливать на фольге показанные дорожки. Можно просто прорезать изоляционные канавки, например, острым перочинным ножом или специальным резаком, изготовленным из отрезка ножовочного полотна. Конец отрезка делают закругленным и заостряют, чтобы он мог процарапать фольгу на плате.

Плату вставляют внутрь упаковочной пластмассовой коробочки из-под миниатюрного головного телефона (рис. 4). Выключатель укрепляют на боковой стенке корпуса, провода от головного телефона выводят через паз в задней стенке корпуса. Можно, конечно, установить на корпусе миниатюрный разъем и подключать телефон к приемнику через него. Источник питания вставляют между контактными пластинами (из меди или жести), припаянными к соответствующим фольгированным площадкам платы.

Прежде чем монтировать детали на плате, желательно собрать приемник на макетной плате (либо на обычной картонке) и проверить его работу, а заодно настроить на нужную радиостанцию.

После монтажа деталей вместо конденсаторов C1 и C2 сначала подключают к выводам контурной катушки конденсатор переменной емкости любого типа на 350...450 пФ (это его максимальная емкость). Включив питание, этим конденсатором настраиваются на хорошо слышимую радиостанцию, например “Маяк”. При этом ротор конденсатора должен быть примерно в среднем положении. Если же он окажется ближе к положению минимальной емкости (т.е. выведен), следует отмотать часть витков от контурной катушки магнитной антенны.

Затем, ориентируя антенну в горизонтальной плоскости, добейтесь наибольшей громкости звучания. Еще большую громкость можно попытаться получить подбором резисторов R1, R3, R4. При каждой перепайке резисторов питание приемника нужно выключать.

Остается возможно точнее измерить получившуюся емкость конденсатора и подключить к выводам контурной катушки постоянный конденсатор примерно такой же емкости, а также подстроечный. При точном подборе постоянного конденсатора подстроечный можно вообще не устанавливать (его и нет на рис. 4), а настроиться на радиостанцию перемещением каркаса катушки по ферритовому стержню антенны.

Вот теперь можно перенести детали на плату и окончательно собрать приемник.

(Окончание следует)

“В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ”


Рис. 4

Как вы думаете, уважаемый читатель, за сколько лет может создать и опубликовать в одном журнале двести описаний конструкций один радиолюбитель? Многим не хватит и десятилетий жизни. А вот Игорь Александрович Нечаев из г. Курска справился с этой задачей ... за 15 лет. Недаром практически в каждом номере “Радио” встречается (порою даже и два-три раза) его фамилия. Причем каждая статья И. А. Нечаева — не просто описание разработанной им конструкции, а рассказ о смелых схемных решениях, оригинальном применении доступных радиодеталей, демонстрация творческой мысли и широты познаний автора в области радиоэлектроники.

200 КОНСТРУКЦИЙ



Наши читатели с большим вниманием относятся к разработкам И. Нечаева, интересуются его творческой “кухней”. Между тем никакой особой “кухни” нет. Просто Игорь Александрович полюбил радиоэлектронику еще со школьных лет. Много читал технической литературы, постоянно собирал различные конструкции, экспериментировал. Внимательно следит за новинками в радиотехнике, которые порою рождают темы будущих экспериментов и разработок.

В домашней радиомастерской Игоря Александровича всегда наготове паяльник и измерительные приборы. На рабочем столе — листки с набросками схем каскадов и

узлов рождающейся самоделки. Рядом — книжные полки с обширной справочной литературой, без которой немыслим грамотный анализ новой разработки и выбор оптимальных решений. И, конечно, отдельное место в лаборатории отведено подшивкам журнала "Радио", который он выписывает с 1972 г.

Как правило, разрабатываемые И. А. Нечаевым конструкции не просто собираются на макетной плате, они чаще всего воплощаются в реальные устройства, которые проходят всесторонние испытания и только потом предлагаются редакции для публикации в журнале.

НА СТРАНИЦАХ "РАДИО"

Целая измерительная лаборатория была описана И. Нечаевым на страницах "Радио". Это — индикаторы исправности радиодеталей, комбинированные генераторы, логические пробники, приставки для измерения характеристик радиоприемных устройств. Обычный абонентский громкоговоритель он превращал в трехпрограммный, а для трехпрограммного разрабатывал радиоприемную приставку. Емкостное реле и сенсорные регуляторы освещенности, блоки питания и зарядные устройства, электромузыкальные инструменты и светодинамические установки, телевизионные антенны и усилители к ним, таймеры и электронные "спички" для кухни, автоматы кормления рыб в аквариумах и аппаратура спутникового телевидения, миниатюрные радиоприемники и электроника для автомобиля — трудно даже перечислить темы, подвластные этому незаурядному радиолюбителю-конструктору и многолетнему автору журнала "Радио".

Вот почему, учитывая неоценимые заслуги И. А. Нечаева перед журналом и читателями, редакция наградила его ценным подарком — современной видеокамерой — и пожелала крепкого творческого здоровья и больших успехов в создании разработок, описания которых будут украшать страницы нашего журнала. ■

ИСКАТЕЛЬ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ НА БАЗЕ ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Если у вас есть цифровой мультиметр со звуковой индикацией, его можно без особого труда превратить в искатель скрытой сетевой или радиотрансляционной проводки. Но для этого понадобится предлагаемая приставка.

В настоящее время карманные цифровые мультиметры становятся все более распространенными благодаря сравнительно невысокой стоимости и хорошим электрическим параметрам. Многие из них снабжены различными сервисными функциями, в частности "звуковой прозвонкой". Это — режим, при котором прибор издает звуковой сигнал, если сопротивление проверяемой цепи не превышает какого-либо фиксированного значения. Так, в мультиметрах М832 и М838 звуковой сигнал будет раздаваться, если сопротивление цепи составляет 1 кОм и менее.

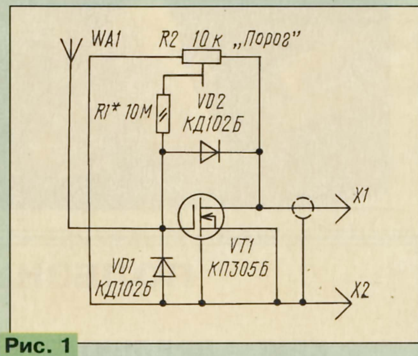


Рис. 1

Используя этот режим работы прибора, можно создавать различные устройства бытового назначения, например, предлагаемый искатель скрытой проводки. Он разработан на основе идеи, изложенной в статье В. Огнева "Простой искатель скрытой проводки" ("Радио", 1991, № 8, с. 85). Она заключается в том, что в качестве датчика используется полевой транзистор, сопротивление канала которого способно изменяться под действием наводок переменного напряжения на цепь затвора. Реализации такого устройства способствует то обстоятельство, что на входных гнездах мультиметра в режиме прозвонки присутствует напряжение около 3 В, которое можно подать на транзистор.

Схема приставки к цифровому мультиметру для поиска скрытой электро- или радиопроводки приведена на рис. 1. Ее основой является полевой транзистор VT1 с изолированным затвором. Экранированным проводом его соединяют с входными гнездами прибора, причем вилка X2 должна быть подключена к общему гнезду. По этому проводу на транзистор начнет поступать с мультиметра постоянное напряжение. В этом случае мультиметр будет контролировать сопротивление канала транзистора.

Чтобы можно было регулировать чувствительность искателя, транзистор выбран с малым начальным током стока. При этом начальное сопротивление канала можно устанавливать подачей на его затвор с движка подстроечно-

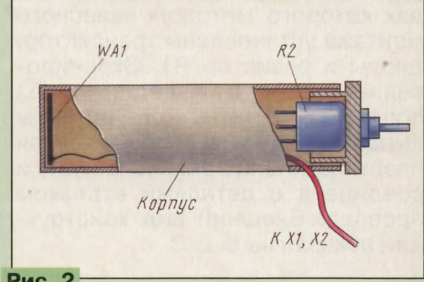


Рис. 2

го резистора R2 открывающего напряжения. Для защиты затвора транзистора от мощных наводок и зарядов статического электричества установлены диоды VD1, VD2.

Работает устройство так. После подключения приставки к мультиметру перемещением движка резистора R2 от левого по схеме вывода добиваются появления однотонного звукового сигнала. Затем плавно перемещают его в обратном направлении до момента пропадания сигнала — в этом положении устройство будет обладать максимальной чувствительностью.

Если теперь вести искатель вдоль стены со скрытой проводкой, то в месте ее нахождения в антенне WA1 будет наводиться переменное напряжение, амплитуды которого хватит для того, чтобы транзистор начал открываться. Сопротивление канала транзистора будет изменяться в такт с переменным напряжением. Когда оно станет равным или менее 1 кОм, в мультиметре раздастся звуковой

сигнал, но уже не однотонный, а в виде низкочастотной (с частотой сети) "трели". Изменяя чувствительность искателя и его расстояние до стены, определяют трассу прохождения скрытой проводки.

Аналогично можно найти трассу прохождения радиотрансляционной линии.

Для поиска места обрыва провода в жгуте или, например, в новогодней гирлянде все провода, в том числе и оборванный, надо заземлить, а второй конец оборванного провода подключить к фазному проводу сети через резистор сопротивлением 0,5...1 МОм. Перемещая искатель вдоль провода, начиная от резистора, определяют место, где звуковой сигнал пропадает — здесь обрыв.

Конструкция приставки может быть произвольной. На рис. 2 приведен авторский вариант. Для его изготовления потребуется немного времени. В качестве корпуса приставки использован пластмассовый контейнер из-под лекарства диаметром 15...25 мм. На крышке контейнера укреплен подстроечный резистор R2, на выводах которого методом навесного монтажа установлены транзистор, диоды и резистор R1. Экранированный провод выведен через прорезь в корпусе. Роль антенны выполняет круглая металлическая пластина — она приклеена к дну и соединена с деталями отрезком провода. Внешний вид конструкции показан на рис. 3.

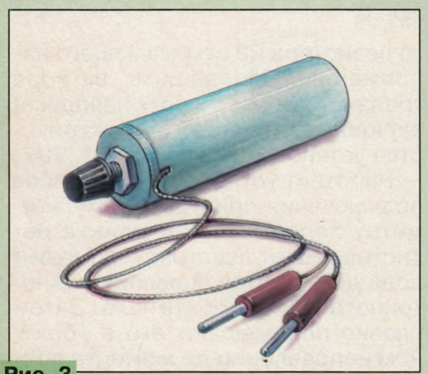


Рис. 3

В устройстве допустимо применить, кроме указанных на схеме, полевой транзистор КП305А, КП305Б, КП313А, диоды КД102А, КД102Б, КД104А. Переменный резистор — СПО, СП4, постоянный — МЛТ, С2-33 (его можно составить из нескольких резисторов меньшего номинала, соединенных последовательно).

В налаживании искатель не нуждается, но если его чувствительность окажется слишком высокой, нужно подобрать резистор R1 меньшего сопротивления. ■

ИЗ РЕДАКЦИОННОЙ ПОЧТЫ...

В Ивантеевской средней школе, что находится в 25 километрах от города Валдай Новгородской области, семь лет существует военно-спортивный радиоклуб "Навигатор". Занимаются в нем учащиеся старших классов, которые с удовольствием познают азы радиоспорта. Здесь уже подготовлено 64 спортсмена-разрядника по скоростной телеграфии. Руководит радиоклубом Александр Михайлович Бердников.

Прочитав в журнале "Радио" материалы цикла "Путь в эфир", ивантеевские школьники решили осваивать и любительскую радиосвязь. Девять из них недавно получили наблюдательские позывные. Счастливого пути в эфир, ребята!

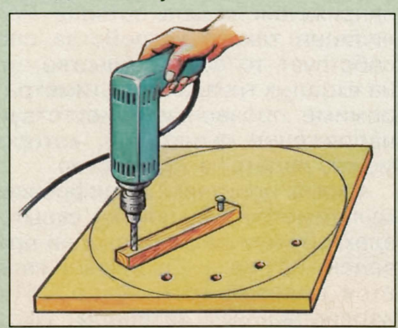
На фото — один из уголков радиоклуба "Навигатор".



ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

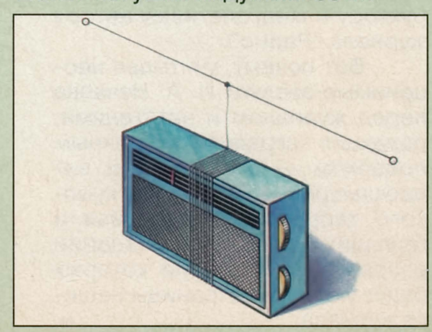
КРУГ – ДРЕЛЬЮ

Не так просто вырезать круг из толстой доски. Сделать это быстро удастся с помощью электрической дрели и "кондуктора" из деревянной планки (см. рисунок). На одном конце в планку вбивают гвоздь и закрепляют им конец планки в центре будущего круга, а на другом — высверливают отверстие под сверло. Поверхность "высверленного" (а не вырезанного) круга зачищают напильником и наждачной бумагой.



НАРУЖНАЯ АНТЕННА ДЛЯ ТРАНЗИСТОРНОГО РАДИОПРИЕМНИКА

Чтобы на транзисторный переносный или самодельный малогабаритный приемник "поймать" удаленные радиостанции, к нему нужно подключить наружную антенну — это известно каждому. Если же у приемника нет антенного гнезда, воспользуйтесь простым советом (см. рисунок) — намотайте на корпус приемника несколько витков монтажного провода и подключите антенну к любому концу получившейся катушки индуктивности.



ПУТЬ В ЭФИР

КВ РЕГЕНЕРАТОР

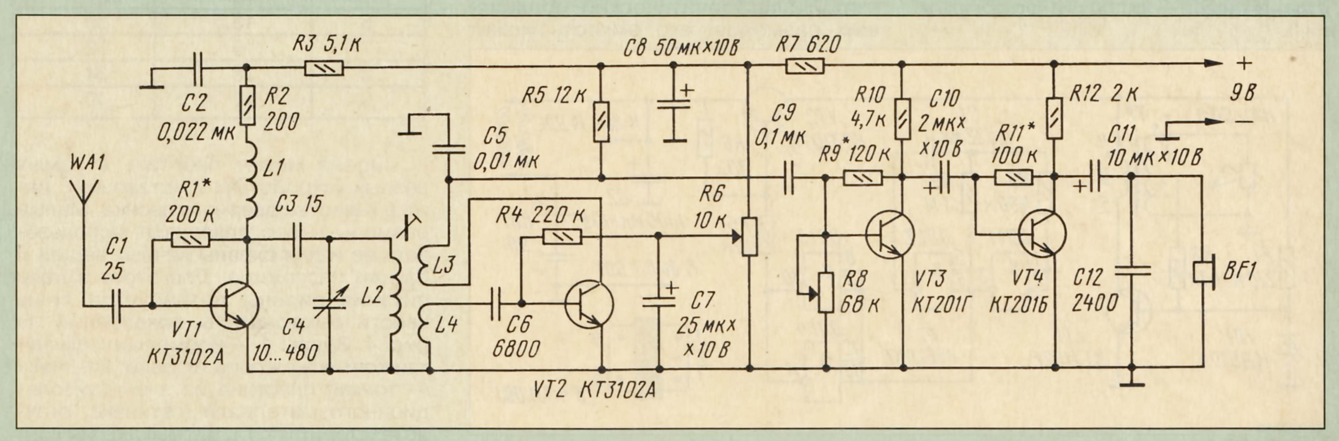
Ю. ПРОКОПЦЕВ, г. Москва

Как стало известно из статьи "Последний из могикан...", обобщившей некоторые публикации зарубежной печати ("Радио", 1997, № 4, с. 20, 21), в последнее время вновь проявляется интерес к регенеративным радиоприемникам, предназначенным для работы в диапазоне коротких волн.

Эту тягу к старому методу приема нетрудно понять, сравнивая способности регенератора и современного супергетеродинного приемника. Учитывая высокое, устойчивое усиление "супера", обеспеченное сложными, многоэлементными каскадами, оператору остается только "крутить" ручку настройки. "Пойманная" им при этом далекая, слабослышимая станция отнюдь не его достижение, а высокая возможность самой аппаратуры.

Иное дело — простой регенератор, где высокие чувствительность и избирательность, а следовательно, и результативность приема — следствие искусства оператора владеть регулируемой обратной связью. Только прием слабых сигналов на КВ регенератор принесет настоящее спортивное удовлетворение: чем проще техническое оснащение, тем ценнее "находка" в эфире. К тому же значительно меньший уровень собственных шумов в сравнении с "супером" делает слабые сигналы более разборчивыми.

Увлекательные путешествия "по коротким волнам" можно совершать даже с помощью простого регенеративного радиоприемника, собранного по приведенной на рисунке схеме. Он содержит всего один колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности L2 и конденсатора переменной емкости C4, — это намного упрощает конструкцию. Приемник имеет один обзорный диапазон — 19...60 м, но при желании полосу принимаемых частот можно изменить, увеличив или уменьшив число витков катушки L2. Непрерывная настройка позволяет в промежутках между вещательными поддиапазонами принимать сигналы многочисленных любительских радиостанций.



Для повышения стабильности работы регенеративного каскада и уменьшения его излучения в антенну в приемник введен усилитель РЧ, выполненный на транзисторе VT1. Принятые антенной WA1 сигналы радиостанций поступают через конденсатор C1 на вход усилительного каскада. Коллекторная нагрузка каскада — активно-индуктивная (резистор R2, дроссель L1).

Выделенный колебательным контуром L2C4 сигнал подается через катушку связи L4 и конденсатор C6 на регенеративный детектор, выполненный на транзисторе VT2. Высокая чувствительность обеспечивается положительной обратной связью через катушку L3, включенную в коллекторную цепь транзистора детектора. Обратную связь регулируют переменным резистором R6, который изменяет ток в цепи базы транзистора VT2.

Сигнал ЗЧ, выделенный детектором, подается на двухкаскадный усилитель (транзисторы VT3, VT4) звуковых частот. Переменным резистором R8 регулируют громкость звука, воспроизводимого головными телефонами BF1.

Катушки L2—L4 наматывают на полистироловом каркасе диаметром 6 мм, снабженном подстроечником из феррита 100НН. Катушка L2 содержит 15 витков, L3 — 4...8, L4 — 3 витка провода ПЭВ-1 0,31, причем катушки L3 и L4 располагают у торца каркаса вблизи ввинчиваемого подстроечника. Дроссель L1 имеет 70 витков провода ПЭЛШО 0,1, намотанных в один слой на резисторе ВС-0,5 сопротивлением в несколько килоом.

Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, переменные — СПО-0,4. Конденсатор переменной емкости — двухсекционный, с максимальной емкостью каждой секции 240...270 пФ, секции соединены параллельно. Оксидные конденсаторы — К50-6, остальные — КТ, КЛС и другие. Головные телефоны — высокоомные, например ТОН-2М. Источник питания — батарея напряжением 8...10 В или сетевой адаптер с хорошей фильтрацией выходного напряжения. Антенной может стать провод в изоляции длиной 5...8 м, например, протянутый вдоль стены комнаты.

Налаживание приемника сводится к установке коллекторных токов транзисторов VT1, VT3, VT4, равных соответственно 1; 1,5 и 3 мА, подбором резисторов R1, R9, R11. Движок резистора R8 нужно поставить при этом в верхнее по схеме положение.

Для обеспечения более плавной настройки на радиостанции желательно предусмотреть верньерное устройство для конденсатора переменной емкости.

От редакции. *Для устранения нелинейных искажений при малой громкости звука рекомендуется включить переменный резистор R8 по "классической" схеме: движок соединить с базой транзистора VT3 через конденсатор емкостью 1...5 мкФ (плюсовой ввод конденсатора — к базе), подключив также к базе и левый по схеме вывод резистора R9.*

ПЬЕЗОСИРЕНА В ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Высокая цена фирменных пьезосирен (особенно с встроенным источником питания) сдерживает массовое их использование в радиолюбительской практике. Но такую сирену можно сделать и самому. Если дополнить ее выключателем специальной конструкции, то получится несложная охранная система, вполне пригодная для охраны личных вещей.

Основой сирены служит пьезоэлемент СП-1 (СП — сирена пьезокерамическая). Звуковое давление, развиваемое им при напряжении возбуждения 40 В, может достигать 110 дБ. На рис. 1 показана схема электронного преобразователя, обеспечивающего нужный для СП-1 режим работы. На транзисторе VT1 и трансформаторе T1 собран низкочастотный генератор, возбуждающийся на частоте, зависящей от реактивного сопротивления пьезоизлучателя и индуктивности повышающей обмотки. Амплитуду переменного напряжения на пьезоизлучателе можно рассчитать по формуле $U_{ампл}=U_{пит}$ N1/N2, где $U_{пит}$ — напряжение питания устройства; N1 и N2 — число витков обмоток I и II.

собранный на элементах DD1.1 и DD1.2. Частота его работы зависит от постоянной времени цепи R4C1, и при указанных на схеме номиналах составляет около 5...6 Гц.

Трансформатор T1 — выходной от транзисторного приемника (например, В 4:731.083) или подобный ему с коэффициентом трансформации, равным 5, и выводом от середины первичной обмотки. Микросхему DD1 можно заменить на К561ЛЕ5 или аналогичную серии К176. Транзисторы VT1 и VT2 должны иметь усиление по току не менее 100 и напряжение насыщения менее 0,3 В. Все резисторы — МЛТ-0,125. Конденсаторы C1 — КМ6; C2 — любой электролитический подходящих размеров, его емкость может

Рис. 1

Акустическое излучение приобретает тревожный характер лишь после специальной модуляции монотонного сигнала. Это делает электронный манипулятор на транзисторе VT2, включенный в цепь питания генератора. Управляет манипулятором генератор,

быть и больше указанной. Диод VD1 — любой кремниевый.

Если собранная без ошибок сирена не зазвучала, причину следует искать в неправильной фазировке обмоток трансформатора. Сирену нужно тут же выключить (потребляемый в этом режиме ток может быть опасен для транзисторов) и, поменяв местами концы одной из обмоток, снова включить. Можно поэкспериментировать с резисторами R1 и R2, особенно если применен трансформатор другого типа. В этом случае лучше проводить налаживание с помощью осциллографа.

Мощность излучаемого сиреной акустического сигнала в значительной мере зависит от ее конструкции, т. е. от размеров и конфигурации корпуса, наличия в нем акустических “пазух”, от места и способа крепления пьезоизлучателя и др. Но все это обычно выясняют экспериментально. Акустические расчеты здесь вряд ли пригодятся.

Конструктивно сирена может быть выполнена так, как показано на рис. 2. Ее габариты — 58x58x38 мм, вес — 95 г (с батареей “Корунд”). Корпус склеен из ударопрочного полистирола толщиной 2...2,5 мм. Отверстия, имеющиеся на периферии обоймы СП-1, рекомендуется заклеить. Это заметно увеличит громкость звучания сирены. На рис. 3 — вид сирены со снятой крышкой.

В таблице показана зависимость потребляемого сиреной тока $I_{потр}$ и напряжения на пьезоизлучателе $U_{эфф}$ (эффективное значение) от напряжения источника питания $U_{пит}$.

$U_{пит}$, В	$I_{потр}$, мА	$U_{эфф}$, В
6	13,5	30
7	15	32
8	16	34
9	18	40

Сирена может работать в самых разных устройствах и установках, даже в качестве дверного звонка. Малые размеры и вес позволяют использовать ее и для охраны личных вещей и багажа пассажира. Для этого в цепь питания сирены потребуется лишь ввести выключатель, показанный на рис. 4. Здесь: 1 — нормально замкнутая контактная пара от реле; 2 — чека — тонкая пластина из электроизоляционного материала (гетинакс, стеклотекстолит и т.п.), размыкающая контакты; 3 — корпус выключателя; 4 — тяга (струна, тонкий стальной тросик и др.), извлекающая чеку из контактной пары.

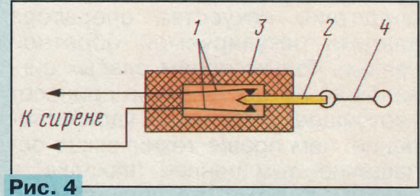


Рис. 4

Пьезосирену с выключателем размещают внутри охраняемого объекта — в чемодане, в кармане пальто и др. Тягу пропускают сквозь подходящее или специально сделанное отверстие и соединяют с багажной полкой, вешалкой и т. п. При перемещении похищаемой вещи чека выходит из контактной пары, включается питание сирены и злоумышленник с “кричащим” в его руках предметом оказывается в центре внимания окружающих. ■

Рис. 2

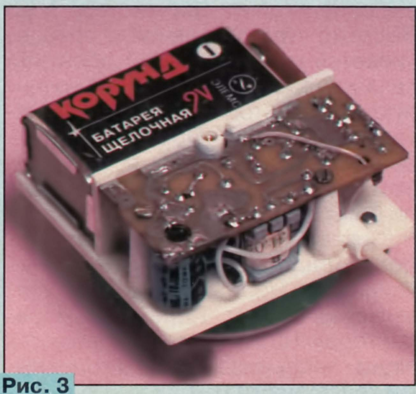


Рис. 3

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ВОДОКАЧКА

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В нашем журнале уже публиковались описания различных устройств, позволяющих автоматизировать работу насоса при откачивании воды из подвала или перекачивании ее из колодца в резервуар. Однако все они давали возможность контролировать уровень воды лишь в одном месте — либо в ее источнике, либо в резервуаре для ее хранения. Автор предлагаемой вниманию читателей статьи рассказывает, как сделать автомат, одновременно контролирующий уровни в двух местах.

При ограниченном поступлении воды в колодец желательно автоматизировать работу насоса таким образом, чтобы с его помощью можно было откачать максимально возможное количество воды, не допуская, конечно, переполнения резервуара. Схема автомата, обеспечивающего необходимый режим работы насоса, приведена на рис. 1.

К контактам 1–5 подключены четыре датчика уровня, опущенных в воду. Датчики, соединенные с контактами 1 и 2, установлены соответственно на 10 и 100 мм ниже верхнего края приемного резервуара. Аналогично датчики, подключенные к контактам 4 и 3, находятся у дна колодца: первый — примерно на 50, а второй — на 150 мм выше уровня заборных отверстий вибрационного насоса или клапана центробежного. Контакт 5 соединен с корпусом приемного резервуара и с металлической трубой, по которой откачивается вода из колодца.

Если датчики сухие, через резисторы R1–R8 на соответствующие входы микросхемы DD1 подается напряжение источника питания +9 В, но как только они погружаются в воду, напряжение на входах микросхемы за счет проводимости воды приближается к нулевому значению.

Рассмотрим работу автомата с момента включения в сеть. Пусть в колодце достаточно много воды, а приемный резервуар пуст. В этом случае на входах 1 и 2 элемента DD1.1 присутствует высокий логический уровень, а на входах 3 и 4 элемента DD1.2 — низкий. Эти элементы представляют собой мажоритарные клапаны [1], выходной сигнал которых соответствует большинству входных. Поэтому на выходе элемента DD1.1 будет высокий уровень, на выходе DD1.2 — низкий. На двух входах элемента DD2.1 — высокий уровень, поэтому на его выходе — низкий, а на выходе DD2.3 — высокий. Этот уровень открывает транзистор VT1, который включает тринисторный оптрон U1, соединяющий друг с другом анод и управляющий электрод симистора VS1 через резистор R13. Симистор включается и подает напряжение на электродвигатель насоса M1. Поскольку автор использовал трехфазный двигатель, напряжение на один из его выводов подается через фазосдвигающий конденсатор C8.

При включении автомата в сеть конденсатор C5 разряжен. Присутствующий на выходе элемента DD2.1 низкий логический уровень через конденсатор C5 передается на вход элемента DD2.4, и на его выходе появляется высокий логический уровень, открывающий транзистор VT2. После чего включается оптрон U2 и симистор VS2 подключает параллельно конденсатору C8 пусковой конденсатор C9, обеспечивающий быстрый запуск двигателя M1.

Напряжение на нижней по схеме обкладке конденсатора C5 повышается за счет тока, протекающего через резистор R10. Примерно через 3 с оно поднимется до порога переключения элемента DD2.4, на его выходе появится низкий логический уровень и пусковой конденсатор C9 отключится. Время нарастания напряжения на конденсаторе C5 выбрано с большим запасом, гарантирующим запуск двигателя. В то же время оно недостаточно для его перегрева.

Далее возможны два варианта работы устройства. Предположим, что воды в колодце достаточно для наполнения приемного резервуара. Тогда через некоторое время после пуска вода подойдет к датчику, подключенному к контакту 2, на входе 2 элемента DD1.1 появится низкий уровень. Выходной сигнал этого элемента, однако, не изменится, поскольку на его входах 13 и 1 — высокий уровень. Когда же резервуар наполнится, низкий уровень появится и на входе 1 элемента DD1.1. Теперь, поскольку на двух входах этого элемента низкий уровень, такой же сигнал появится и на его выходе, в результате чего двигатель M1 остановится.

При отборе воды из резервуара вначале высокий уровень появится на входе 1 элемента DD1.1. Однако это не изменит его состояния, поскольку на его входах 13 и 2 присутствует низкий уровень. Лишь когда уровень воды окажется ниже датчика, подключенного к контакту 2, на двух входах этого элемента будет высокий уровень и двигатель насоса снова включится.

Таким образом, элемент DD1.1 выполняет функции триггера, устанавливаемого в единичное состояние при подаче на два его входа высокого уровня и в нулевое состояние при подаче на них низкого уровня [2]. Гистерезис по уровню воды позволяет избежать слишком частых включений двигателя.

Аналогично автомат управляет работой насоса и в том случае, когда воды в колодце недостаточно для наполнения резервуара. Он выключает его, когда уровень воды ниже датчика, соединенного с контактом 4, и включает, когда вода поднимется выше датчика, соединенного с контактом 3.

Резисторы R5–R8 и конденсаторы C1–C4 защищают входы микросхемы DD1 от статического электричества и помех, наводимых в проводах и датчиках. Резистор R9 ограничивает выходной ток элемента DD2.2 при перезарядке конденсатора C5. Резисторы R11 и R12 задают ток через светодиоды оптронов U1 и U2, а R13 и R14 ограничивают ток через их динисторы и управляющие электроды симисторов VS1 и VS2 в момент включения. Резистор R16 обеспечивает разрядку конденсатора C9 после его отключения от конденсатора C8, а R15 ограничивает ток через симистор VS2 в момент его повторного включения при неполной разрядке конденсатора C9.

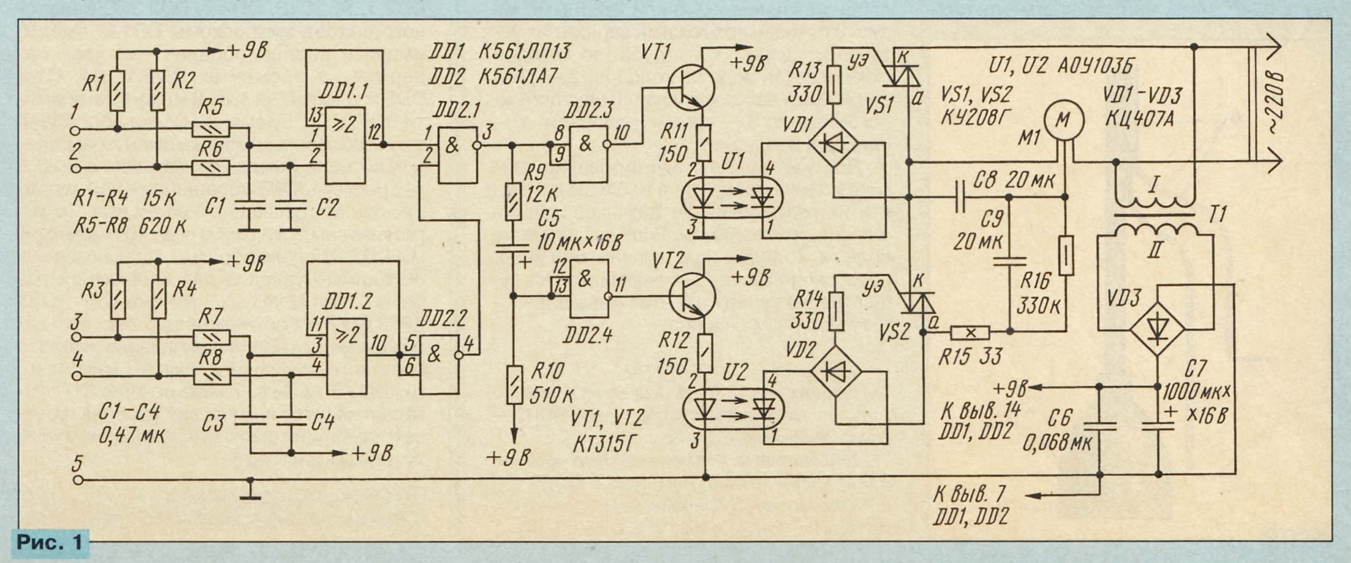


Рис. 1

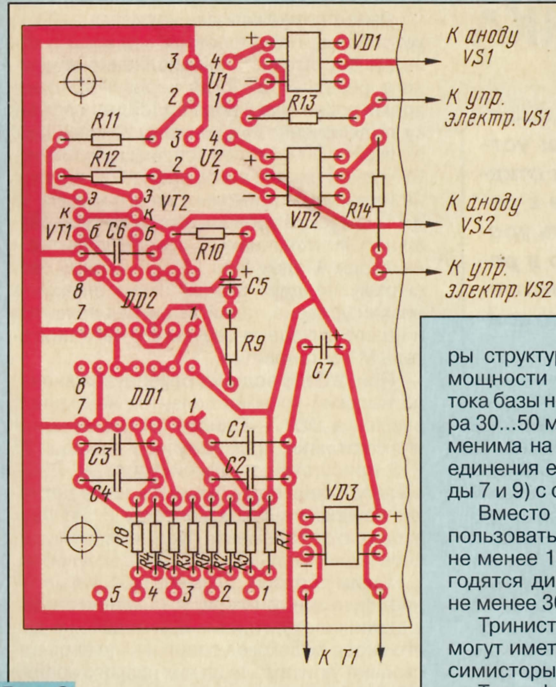


Рис. 2

ты приведен на рис. 2. Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ соответствующей мощности, конденсаторов КМ-6 (С1–С4, С6), К50-16 (С5) и К50-35 (С7). В качестве С7 можно также использовать К50-6 или К50-16, но тогда при изготовлении печатной платы следует учесть, что расстояние между их выводами 7,5 мм. Вместо транзисторов КТ315Г можно установить любые транзисторы структуры n-p-n малой или средней мощности с коэффициентом передачи тока базы не менее 40 (при токе коллектора 30...50 мА). Микросхема К561ЛП13 заменима на К561ИК1 [3] при условии соединения ее управляющих входов (выводы 7 и 9) с общим проводом.

В устройстве применен нестабилизированный источник питания, поскольку использованные в нем микросхемы серии К561 сохраняют работоспособность при изменении напряжения питания от 3 до 15 В.

При установке в насосе однофазного двигателя, не требующего на момент пуска подключения дополнительного конденсатора, а также в случае применения вибрационного насоса все элементы, начиная от резистора R9 и заканчивая резистором R16, можно исключить. Необходимо лишь входы неиспользуемого элемента DD2.4 соединить с общим проводом или выводом 14 этой микросхемы.

Устройство собрано в виде этажерки и накрыто колпаком, изготовленным из полиэтиленовой канистры для автомобильного масла. На нижней плате, выполненной из текстолита толщиной 6 мм, установлены конденсаторы С8 и С9, к выводам последнего подпаян резистор R16. Верхняя плата — печатная размерами 80х180 мм из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. На ней размещены все остальные детали автомата. Чертеж фрагмента платы приведен на рис. 2.

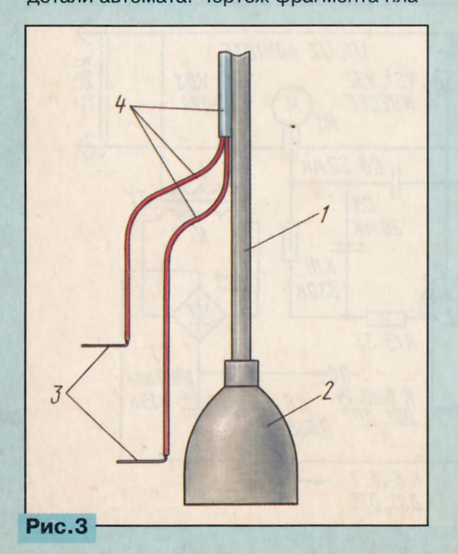


Рис.3

Вместо диодных мостов можно использовать любые диоды на рабочий ток не менее 100 мА, для замены VD1 и VD2 годятся диоды с рабочим напряжением не менее 300 В.

Тринисторные оптроны серии АОУ103 могут иметь буквенные индексы Б и В, а симисторы КУ208 — В и Г.

Трансформатор питания Т1 — ТПП220, все его вторичные обмотки соединены последовательно. Допустимо установить любой трансформатор, обеспечивающий на вторичной обмотке напряжение 7...9 В при токе до 100 мА, например, трансформатор от любого адаптера. Кстати, от адаптера можно взять конденсатор для замены С7 и диоды для замены моста VD3.

Резистор R15 — проволочный остеклованный, сопротивлением 20...33 Ом. Емкость конденсаторов С8 и С9 указана для случая использования двигателя АОЛ22-43Ф мощностью 400 Вт, обмотки которого включены треугольником. При применении двигателя другой мощности их емкость должна быть пропорционально изменена. Конденсатоы С8 и С9 — металлобумажные МБГО, МБГТ, МБГП на напряжение не менее 400 В или МБГЧ, К42-19 на 250 В.

Датчики представляют собой плоские спирали с наружным диаметром примерно 25 мм, плотно свитые из оголенных концов медного или алюминиевого осветительного провода в двойной изоляции сечением 2х1,5 или 2х2,5 мм². На рис. 3 показан возможный вариант их установки. Здесь: 1 — труба, по которой откачивается вода из колодца; 2 — вибрационный насос или клапан центробежного насоса; 3 — датчики-спирали; 4 — провод в изоляции.

Для уменьшения шунтирования датчиков длина проводов и изоляции от места их разделения до датчиков должна быть не менее 200 мм. Если поступление воды в колодец достаточно большое, расстояние между датчиками можно существенно увеличить, что уменьшит частоту включения насоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев С.** Формирователи и генераторы на микросхемах структуры КМОП. — Радио, 1985, № 8, с. 31–35.

2. **Алексеев С.** Применение микросхем серии КР1533. — Радио, 1991, № 2, с. 64, 65.

3. **Алексеев С.** Применение микросхем серии К561. — Радио, 1990, № 6, с. 54–57, 60.

На рис. 3 приведена принципиальная схема блока каналов программируемого автомата. Здесь же изображена схема общего для обоих каналов устройства, выполненного на элементах DD1, DD2, DD3.1, DD3.2, DD4.1, DD4.2, DD5.1, DD5.2, которое вырабатывает сигналы, управляющие памятью.

Теперь рассмотрим работу первого канала в режиме записи при счете реального времени. Как показано на рис. 3, от адресной шины А0 — А15 отводится разряд А12. От его состояния зависит выбор микросхемы ОЗУ, к которой производится обращение. Допустим, что в данный момент этот разряд находится в единичном состоянии и для обращения активным низким уровнем сигнала CE (выв. 10 DD7, DD8) выбрана микросхема DD7. Микросхема DD8 в этом случае устанавливается по выходу в третье состояние.

При смене адреса на шине адресов А0 — А15 (по фронту минутного или установочного импульса, поступающего с блока счета и индикации) одновибратор DD1.1 формирует импульс высокого уровня, в течение которого обращение к микросхеме DD7 запрещается во избежание считывания в этот момент данных из памяти. В промежутки между импульсами, формируемыми микросхемой DD1.1, на выходе микросхемы DD7 (выв. 7) устанавливается логический уровень, соответствующий биту данных, считанному по текущему адресу.

Для записи бита данных в память по нужному адресу пользователь должен выставить его на шине кнопками управления блока счета и индикации. Затем выключателем SA3 следует выбрать предполагаемый для записи уровень: логический нуль или логическую единицу. В случае выбора единицы в память будет записано событие, которое произойдет в установленное время. При записи нуля можно, например, стереть записанное ранее по этому адресу событие. Далее нужно однократно нажать на кнопку SB6 «Запись» (см. рис. 2). По фронту импульса, который по цепи 2 поступит на одновибратор DD1.2, последний сформирует на своих выходах импульсы записи (рис. 4,а). С прямого выхода микросхемы DD1.2 (выв. 10) импульс записи поступает на узел формирования коротких импульсов по фронту и по спаду импульса записи, выполненный на элементах DD2.1, R3, C13, DD2.2, DD2.3. С инверсного выхода микросхемы DD1.2 (выв. 9) импульс записи попадает на узел задержки на элементах DD5.1, R4, C14, DD5.2, а затем на выв. 8 микросхем памяти DD7, DD8. Время задержки подобрано таким образом, чтобы в моменты перепадов сигнала (импульса) записи на выв. 8 микросхемы DD7 обращение к ней запрещалось поступающими на ее выв. 10 короткими импульсами с выв. 10 микросхемы DD2.3. Таким образом, создаются необходимые условия для корректной работы тактируемых микросхем ОЗУ КР537РУ2 в соответствии с паспортным режимом [1]. После окончания второго короткого импульса с выв. 10 микросхемы DD2.3 на выв. 7 микросхемы DD7 устанавливается логический уровень, соответствующий только что записанному биту данных (рис. 4,а).

Окончание.
Начало см. в "Радио", 1998, №4, с.48.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ УПРАВЛЯЮЩИЙ АВТОМАТ

П. РЕДЬКИН, г. Ульяновск

Разряды A13 — A15 счетчика суток недели (см. рис. 2) на микросхемы памяти не поступают, а подаются на дешифратор DD14 в качестве адреса коммутируемого электронного ключа микросхемы. Входы электронных ключей DD14 (выв. 14, 15, 12, 1, 5, 2, 4) и выключатели SA7–SA13 соответствуют дням недели, с понедельника по воскресенье. Если один из выключателей в соответствующий ему день недели замкнут, высокий уровень напряжения, присутствующий при этом на выв. 3 микросхемы DD14, разрешает прохождение высокого логического уровня с выв. 7 ОЗУ DD7, DD8 через микросхему DD4.3. При разомкнутом состоянии выключателей низкий уровень на выв. 3 микросхемы DD14 запрещает названное выше прохождение. Цепь C18R12 формирует по фронту считанного из памяти напряжения высокого уровня импульс переключения триггера состояния нагрузки DD13.1. Пользователь может в любой момент изменить состояние триггера с помощью кнопки SB1, контролируя его по наличию или отсутствию свечения светодиода HL3. Если программирование производится

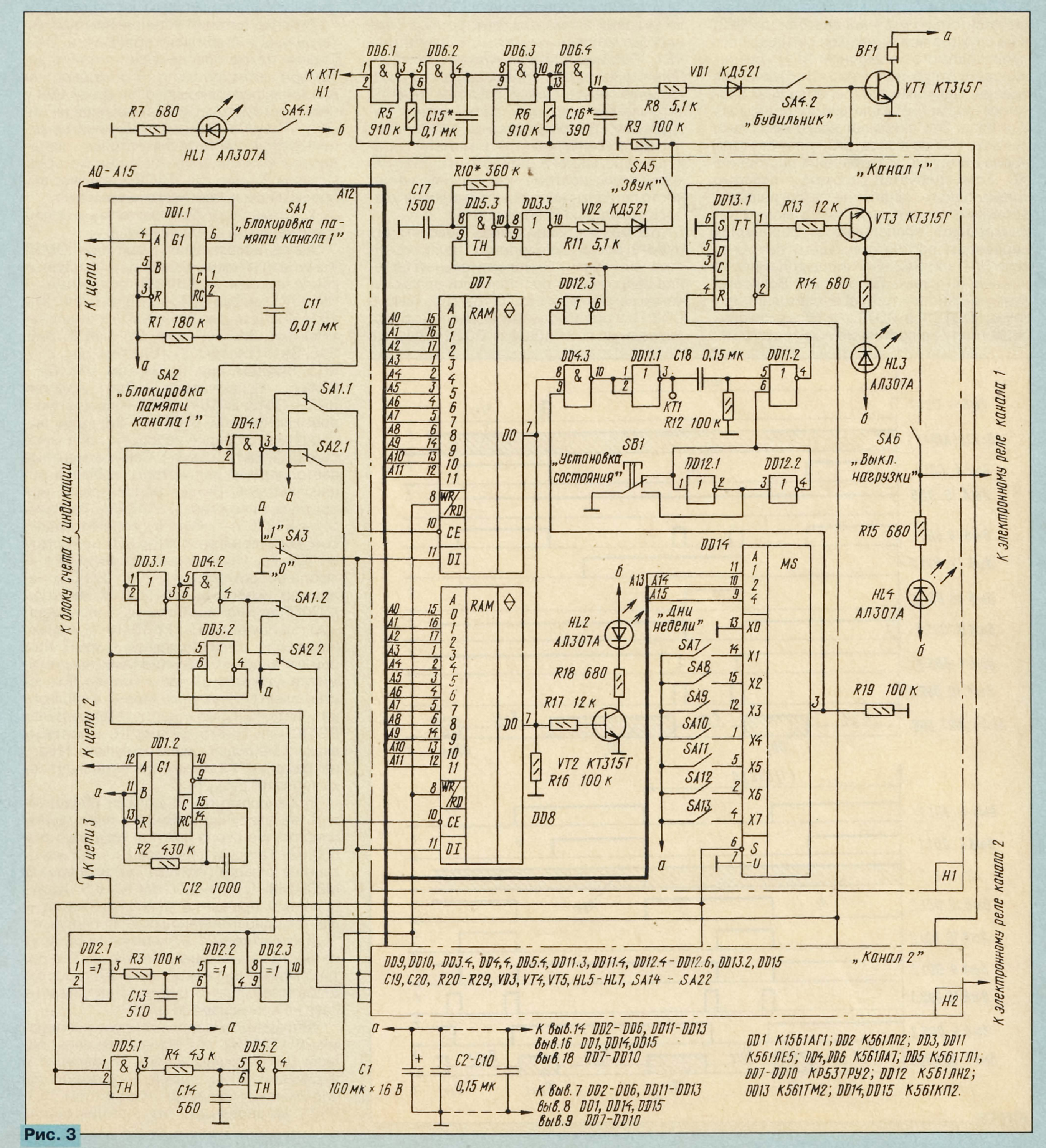


Рис. 3

при подключенной нагрузке, то ее следует временно отключить выключателем SA6. Контроль ее состояния производится по свечению светодиода HL4. Всякий раз, когда на вход С (выв. 3) триггера DD13.1 приходит импульс переключения, в телефоне BF1 раздается короткий звуковой сигнал высокого тона, формируемый генератором ЗЧ на элементах С17, R10, DD5.3, DD3.3.

Перед записью программ в память необходимо ее очистить, т. е. записать по всем доступным адресам логические нули. Перебор адресов при очистке производится со сравнительно низкой частотой 512 Гц (рис. 4,б), что позволяет визуально (по отсутствию миганий светодиода HL2) и на слух (по исчезновению сигнала, воспроизводимого телефоном BF1) контролировать отсутствие в памяти логических единиц. Цикл очистки (перебор всех значений времени) желательно повторить 2–3 раза. Это занимает всего несколько секунд. Выключатель SA3 должен быть предварительно установлен в положение «0». Если требуется работать с памятью только одного канала, не затрагивая содержание памяти другого, то можно заблокировать последнюю от обращения переводом соответствующего выключателя SA1 или SA2 «Блокировка памяти» в нижнее по схеме положение. Во время режима очистки триггеры состояния нагрузки DD13.1 и DD13.2 в обоих каналах переводятся в состояние логического нуля высоким уровнем на R-входе (выв. 4 и 10). Звуковой генератор будильника, выполненный на микросхеме DD6, входом разрешения (выв. 1 DD6) подключается к выв. 3 микросхемы DD11.1 первого или к выв. 10 микросхемы DD11.3 второго канала. В случае считывания из памяти высокого уровня в заданное время при замкнутом выключателе SA4 «Будильник» прерывистый сигнал будет звучать в течение одной минуты.

Принципиальная схема электронных реле и блока питания программируемого автомата приведена на рис. 5. Цифровая часть электронных реле выполнена на базе устройства, описанного в [3]. В качестве силовых элементов электронных реле используются симисторные коммутаторы VS1, VS2, недостатком которых является наличие коммутационных выбросов и искажение синусоидальной формы тока при управлении мощными реактивными нагрузками. В предлагаемом устройстве нагрузка коммутируется в момент перехода переменного сетевого напряжения через нуль, поэтому при переключениях чисто активных нагрузок от выбросов удалось полностью избавиться.

Временные диаграммы, поясняющие работу блока электронных реле, представлены на рис. 6. Положительный перепад напряжения, поступающий для включения нагрузки на вход D триггера (выв. 5 DD2.1) в произвольный момент t_1, будет передан на выход (выв. 1 DD2.1) только в момент прихода на его вход С (выв. 3 DD2.1) короткого импульса, совпадающего по времени с переходом сетевого напряжения через нуль. Наличие узла задержки короткого импульса на элементах DD1.2, R9, C7, DD1.3 не является обязательным и принципиальным, однако позволяет точно совместить по времени передний фронт импульса, поступающего на вход С триггера с моментом перехода сетевого напряжения через нуль (провала пульсирующего напряжения на выводах 1, 2 микросхемы DD1.1).

Использование оптопар U1 — U4 позволило полностью развязать блок электронных реле и цифровую часть автомата.

В блоке питания установлены два интегральных стабилизатора DA1 и DA2. Первый из них обеспечивает питание цифровой части автомата. Его входное напряжение резервировано батареей GB1 с цепью автоматического включения на диодах VD2, VD3. Второй стабилизатор используется для питания оптопар, светодиодов и семисегментных индикаторов. Сетевой фильтр C8L2L3C9 подавляет выбросы и помехи сетевого напряжения.

К элементной базе автомата жестких требований не предъявляется.

Автор использовал резисторы ОМЛТ указанной на схемах мощности, оксидные конденсаторы — К50-16, остальные — КМ, КЛС; кнопки SB1 — SB6 (см. рис. 2) и SB1, SB2 (см. рис.3) — КМ1-1; выключатели SA1, SA2 (см. рис. 3) — МТ3, SA3, SA6, SA15 (см. рис. 3) и SA1 (см. рис. 2) — МТ1, SA4 (см. рис. 3), SA1(см. рис. 5) — ПК4-1, выключатели «Дни недели» SA7 — SA13, SA16 — SA22 — сборки микровыключателей ВДМ1-8. Восьмой выключатель в сборке используется в качестве SA5, SA14 («Звук»). Семисегментные светодиодные индикаторы любые с общим катодом (лучше использовать импортные, например, LTS547AP). Транзисторы КТ315 с любым буквенным индексом, кварцевый резонатор BQ1 на частоту 32 768 Гц, телефонный капсюль BF1 — любой сопротивлением 200...300 Ом, например, импортный DH30F. Симисторы КУ208Г можно заменить на более мощные, например, ТС112-16-10-7, однако искажения синусоидальной формы тока при управлении индуктивными нагрузками станут в этом случае заметнее. В качестве электронных реле можно использовать интегральные «твердотельные реле» D2410 или D2475 фирмы IR, в которых включение реализовано по нулю сетевого напряжения, а выключение — по нулю тока через нагрузку [4].

Трансформатор Т1 должен обеспечивать на вторичной обмотке переменное напряжение около 8 В при токе нагрузки 600 мА. Катушки фильтров L1 — L3 намотаны на кольцах (20x10x4 мм) из феррита М2000НМ-1 проводом МГТФ 0,5 до заполнения, причем катушки L2, L3 наматываются одновременно двумя проводами.

В качестве GB1 используется батарея из шести пальчиковых элементов. Ток, потребляемый цифровой частью устройства от батареи, при отсутствии напряжения сети не превышает 35 мА.

Автомат размещен в корпусе размерами 265x200x100 мм. На его передней панели расположены органы управления и индикации, а на задней — розетки для подключения нагрузки. Симисторы VS1, VS2 установлены на теплоотводах

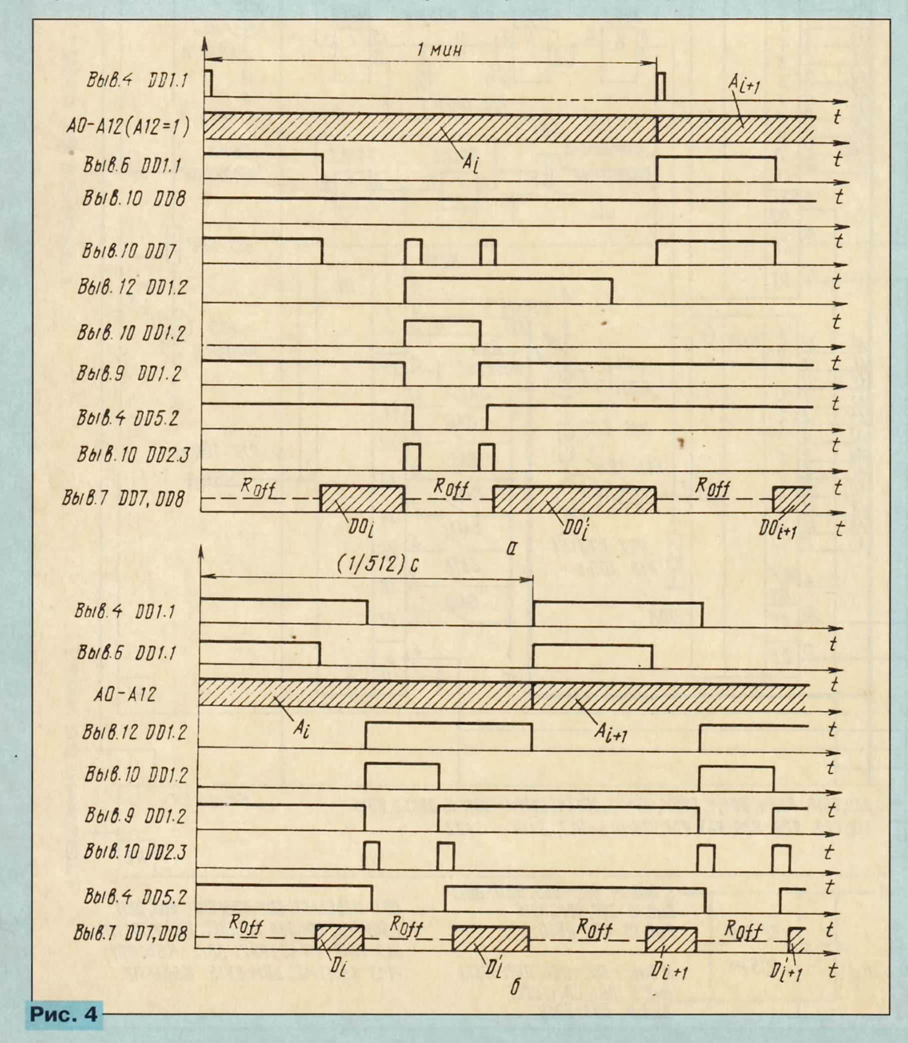


Рис. 4

Рис. 5

площадью около 150 см², а стабилизатор DA2 — на теплоотводе площадью 50 см².

Блок счета и индикации и блок каналов смонтированы на отдельных платах размерами 185х80 мм, элементы электронных реле (кроме симисторов VS1, VS2) и блока питания (кроме конденсаторов C1 — C3, микросхем DA1, DA2, батареи GB1 и трансформатора T1) размещены на общей плате размерами 170х80 мм. Конденсаторы C3–C10 в блоке счета и индикации и C2–C10 в блоке каналов напаяны между выводами «общий» и «плюс питания» микросхем ОЗУ, счетчиков и триггеров.

При исправных деталях и правильном монтаже цифровая часть автомата начинает работать сразу. Налаживание блока счета и индикации сводится к подстройке частоты кварцевого генератора на микросхеме DD12 конденсатором C18. При налаживании блока каналов подбором резисторов R10, R20 следует установить нужную тональность канальных звуковых генераторов, а подбором конденсатора C16 — генератора будильника. Нужную длительность звуковых сигналов будильника подбирают конденсатором C15. При налаживании блока электронных реле следует подобрать резистор R8 таким образом, чтобы импульсы низкого уровня на входе триггера Шмитта DD1.1 (выв. 1, 2) обеспечивали его устойчивое переключение. Подбором резистора R9 в цепи задержки следует совместить по времени фронт импульса на выв. 10 микросхемы DD1.3 с нижней точкой импульса на выв. 1, 2 микросхемы DD1.1 (рис. 6).

Приступая к программированию автомата, необходимо учитывать следующее. Если программа содержит достаточно большое число событий, рекомендуется построить временную диаграмму, на которой высоким уровнем обозначить включенное состояние нагрузки, низким — выключенное, а перепадами между уровнями — события. Проставив желаемые моменты событий, следует записать по этим адресам в память единицы, выставить на индикаторах текущее точное время, подключить к устройству нагрузку и установить кнопкой «Установка состояния» начальное состояние нагрузки в соответствии с построенной диаграммой.

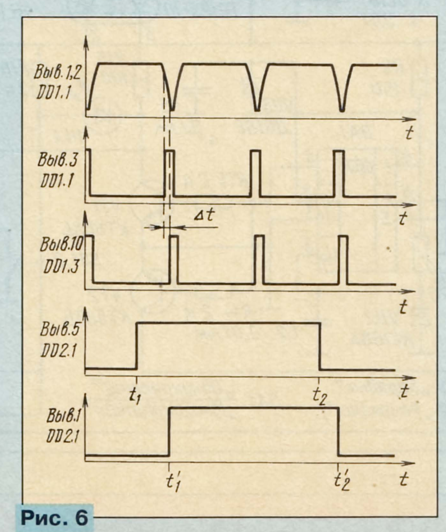


Рис. 6

При записи и контроле данных нельзя пользоваться кнопкой «Нач. установка», поскольку при нажатии на нее состояние адресной шины меняется, но корректного чтения из памяти по новому адресу не достигается.

Анализируя работу автомата, легко увидеть, что, исключив из числа адресов, подаваемых на микросхемы ОЗУ, разряды счетчика единиц минут A0 — A3 и включив туда разряды счетчика суток A13 — A15, можно получить устройство, программируемое на неделю. Поскольку в результате разрядность адресной шины ОЗУ станет на единицу меньше, то можно будет обойтись одной микросхемой памяти на канал, а также исключить дешифраторы DD14, DD15. Минимальный интервал между событиями в этом случае станет равен десяти минутам, а максимальное количество событий в недельной программе снизится до 144х7=1008.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Баранов В. В., Бекин Н. В., Гордонов А. Ю.** и др. Полупроводниковые БИС запоминающих устройств. Справочник. — М.: Радио и связь, 1986.

2. **Шило В. Л.** Популярные цифровые микросхемы. Справочник. — Челябинск: Металлургия, Челябинское отд., 1989.

3. **Нечаев И.** Простой регулятор, не создающий помех. — Радио, 1991, № 2, с. 67, 68.

4. **Хоровиц П.**, **Хилл У.** Искусство схемотехники. — М.: Мир, 1993.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПРИСТАВКА К ЗАРЯДНОМУ УСТРОЙСТВУ

А. ЕВСЕЕВ, г. Тула

Вопросам грамотного обслуживания автомобильных аккумуляторных батарей журнал всегда уделял много внимания. Так, например, предыдущая статья на эту тему была опубликована в прошедшем году (Н. Герцен. «Приставка—автомат к зарядному устройству» в «Радио», 1997, № 7, с. 45, 46). Помещенная ниже работа — очередной шаг в указанном направлении.

В процессе длительного — несколько месяцев — хранения автомобильных аккумуляторных батарей происходит их саморазрядка, в связи с чем рекомендуется не реже одного раза в месяц подзаряжать батарею. Однако обычная подзарядка не в состоянии предотвратить сульфатацию пластин, постепенно приводящую к уменьшению емкости батареи и снижению срока ее службы [1]. Поэтому батарею время от времени подвергают разрядке током, в амперах, численно равным 1/20 номинальной емкости, выраженной в ампер-часах, до напряжения 10,5 В, с последующей зарядкой до напряжения 14,2...14,5 В. Такой зарядно-разрядный цикл следует повторить неоднократно, если батарея сильно засульфатирована или длительное время находилась в полуразряженном состоянии.

Описываемая ниже приставка предназначена для работы совместно с зарядными устройствами, обеспечивающими необходимый зарядный ток и имеющими на выходе пульсирующее зарядное напряжение. Подойдут, например, выпускаемые промышленностью устройства УЗ-А-6/12 (г. Выборг), УЗР-П-12-6,3 (г. Юрьев-Польский), а также любительские, описанные в [2, 3]. Приставка позволяет разряжать батарею до напряжения 10,5 В и по окончании разрядки автоматически начать зарядку током с разрядной составляющей (при соотношении зарядной и разрядной составляющих 10:1). Устройство прекращает зарядку при достижении напряжения на зажимах батареи 14,2...14,5 В, что соответствует ее 100 %-ной заряженности. Оно контролирует напряжение, когда зарядного тока нет. При пропадании сетевого напряжения устройство прекращает разрядку батареи. Циклы разрядка-зарядка могут быть однократными или многократными.

Принципиальная схема приставки-автомата показана на рис. 1.

Питание приставки — комбинированное — от сети, от зарядного устройства и от заряжаемой батареи GB1 в то время, когда оптронный динистор U3 закрыт.

В качестве порогового элемента, вырабатывающего сигнал при двух значениях напряжения на батарее — 14,2...14,5 В при зарядке и 10,5 В при разрядке, — использованы компараторы таймера DA1 [4] с делителями напряжения R7R10 и R8R11. На его входах R и S происходит сравнение напряжения на заряжаемой или разряжаемой батарее с указанными выше пороговыми значениями, определяемыми напряжением питания таймера, сопротивлением резисторов внутреннего делителя напряжения таймера, напряжением на его входе U_R (оно снимается со стабилитрона VD2). Нижний и верхний пороги срабатывания компаратора можно изменять подстроечными резисторами R10 и R11. Питается таймер от параметрического стабилизатора VD3R9.

Напряжение не слишком сильно разряженной двенадцативольтной батареи обычно равно 12...12,6 В. При включении устройства в сеть с подключенной батареей таймер установится в состояние, соответствующее напряжению высокого уровня на его выходе, транзистор VT1 будет открыт. Откроется динистор оптрона U3, и начнется зарядка батареи, на что и укажет включившийся светодиод HL1.

Однако, как правило, степень заряженности подключаемой батареи неизвестна, поэтому перед началом зарядки ее целесообразно разрядить до напряжения 10,5 В. Для включения режима разрядки после подключения батареи кратковременно нажимают на кнопку SB1 «Пуск». Через контакты SB1.1 на вход R таймера поступит напряжение с подключенной к выходу батареи и переключит его в противоположное состояние (на выходе — низкий уровень), транзистор VT1 закроется и выключит светодиод HL1.

Одновременно через замкнувшиеся контакты SB1.2 на верхний по схеме вход RS-триггера, собранного на элементах DD1.1, DD2.2, приходит низкий уровень. Триггер устанавливается в такое состояние, когда на выходе элемента DD1.1 появляется напряжение высокого уровня.

При показанном на схеме положении контактов переключателя SA1 на выходе элементов DD1.3, DD1.4, включенных инверторами, действует напряжение низкого уровня. Поскольку фототранзистор оптопары U2 открыт (а он открыт все время, пока на приставку подано напряжение сети), через базу транзистора VT4, резистор R23, фототранзистор оптопары и выход логических элементов DD1.3 и DD1.4 протекает ток, достаточный для насыщения этого транзистора.

Через лампу накаливания EL1 протекает разрядный ток батареи — около 2,5 А, — что соответствует 20-часовому режиму разрядки батареи 6СТ55. При обслуживании батареи иной емкости следует применять лампу соответствующей мощности.

Напряжение сети через гасящий резистор R1 поступает на диодный мост VD1 и после выпрямления питает после-

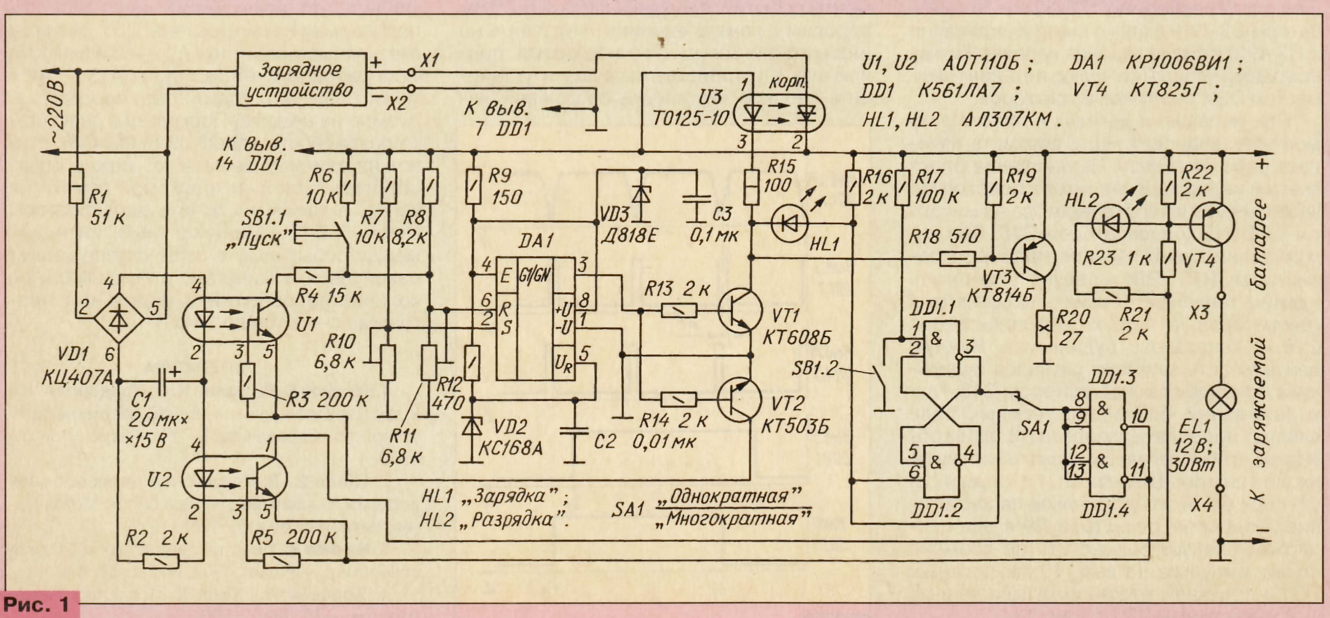


Рис. 1

довательно соединенные светодиоды оптронов U1 и U2. Конденсатор C1 и резистор R2 образуют сглаживающий фильтр для светодиода оптрона U2. При пропадании сетевого напряжения фототранзистор этого оптрона закрывается, что приводит к закрыванию транзистора VT4 и прекращению разрядки батареи.

По мере разрядки батареи напряжение на ее зажимах уменьшается. Когда оно достигнет 10,5 В, таймер переключится, откроются транзисторы VT1 и VT2. Открывание транзистора VT1 вызовет переход устройства в режим зарядки, переключение RS-триггера и закрывание транзистора VT4, а также открывание транзистора VT3.

Ток зарядки устанавливают с помощью зарядного устройства в соответствии с инструкцией по эксплуатации аккумуляторной батареи, т. е. равным 1/10

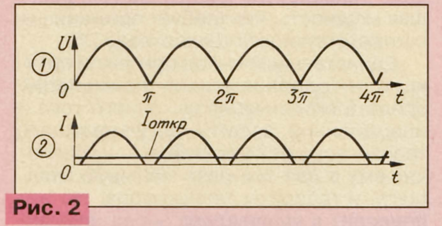


Рис. 2

или 1/20 емкости батареи. Если зарядка идет без контроля оператора, следует обеспечить ограничение колебаний зарядного тока при колебаниях сетевого напряжения. Самый простой способ стабилизации тока — включение цепи из двух-трех параллельно соединенных автомобильных ламп мощностью 40...50 Вт в разрыв одного из выходных проводов зарядного устройства [5]. Такой же эффект дает включение лампы напряжением 220 В и мощностью 200...300 Вт в один из входных (сетевых) проводов зарядного устройства.

Зарядный ток содержит дозированную разрядную составляющую, что благотворно сказывается на протекании электрохимических процессов в батарее [1]. Ток разрядной составляющей определяет резистор R19 (примерно 0,5 А).

В процессе зарядки напряжение на полюсных выводах батареи плавно увеличивается. Известно, что напряжение полностью заряженной батареи равно 14,2...14,5 В [1]. Это напряжение измеряется в отсутствие зарядного тока, поскольку зарядные импульсы в зависимости от степени разряженности батареи увеличивают мгновенное значение напряжения на ее зажимах на 1...3 В.

Для обеспечения такого режима измерения в устройстве использованы элементы U1, R4, VT2. В режиме зарядки транзистор VT2 открыт. На рис. 2 показаны диаграммы напряжения и тока, поясняющие работу оптронов U1 и U2. Напряжение сети выпрямляется диодным мостом (диагр. 1) и поступает на светодиоды оптронов U1 и U2.

Фототранзистор оптрона U1 открывается в моменты, когда ток через светодиод оптрона U1 (диагр. 2) превышает ток открывания фототранзистора. При этом резистор R4 шунтирует подстроечный резистор R11 и верхний порог срабатывания таймера DA1 увеличивается. В моменты перехода сетевого на-

Рис. 3

пряжения через нуль фототранзистор закрывается и порог срабатывания таймера уменьшается до значения 14,2...14,5 В. Именно в это время через батарею не протекает ток зарядки. Измерение происходит в каждом полупериоде сети, т. е. 100 раз в секунду. Длительность измерения — 1...3 мс.

Ток через светодиод оптрона U2 протекает все время, пока на приставку подано сетевое напряжение, благодаря чему фототранзистор оптрона U2 открыт.

Как только напряжение на батарее достигнет в отсутствие тока зарядки 14,2...14,5 В, таймер DA1 переключится (на выходе появится низкий уровень) и зарядка прекратится. Поскольку на выходе RS-триггера по-прежнему остается высокий уровень, устройство может оставаться в таком состоянии долго, вплоть до нескольких суток. Потребляемый от батареи ток невелик (20...30 мА) и не может вызвать ее существенной разрядки.

Если необходима многократная тренировка батареи разрядно-зарядными циклами, контакты переключателя SA1 переводят в нижнее по схеме положение. В этом случае RS-триггер оказывается выведенным из работы и зарядка и разрядка будут чередоваться до тех пор, пока есть сетевое напряжение и подключена заряжаемая батарея.

Конденсаторы С2, С3 повышают помехоустойчивость работы таймера. Резисторы R19, R22 обеспечивают надежное удержание транзисторов VT3, VT4 закрытыми в отсутствие тока базы.

Вместо КТ608Б в устройстве можно применять любые транзисторы из серий КТ603, КТ608, КТ3117, КТ815; КТ503Б — КТ315, КТ501, КТ503, КТ3117; КТ814Б — КТ814, КТ816, КТ818, КТ837 и вместо КТ825Г — любой из этой серии. Оптронный динистор ТО125-10 можно заменить на ТО125-12,5, ТО2-10, ТО2-40, ТСО-10.

Диодный мост КЦ407А заменим на КЦ402, КЦ405 с буквенными индексами А, Б, В. Стабилитрон VD3 желательно использовать с небольшим ТКН стабилизации, годятся любые стабилитроны серии Д818.

Оксидный конденсатор С1 — К50-16, К50-35 или К50-29; С2, С3 — КМ-6б, К10-23, К73-17 и др. Подстроечные резисторы R10, R11- любые многооборотные, например СП5-2. Резистор R20 — ПЭВ мощностью 10 или 15 Вт (в крайнем случае 7,5 Вт); остальные — МЛТ, ОМЛТ, С2-23. Кнопка SB1 и переключатель SA1 — любые, например, КМ2-1 и МТ1 соответственно.

Большая часть элементов устройства смонтирована на печатной плате, изготовленной из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм (рис. 3). Оптронный динистор U3 и транзистор VT4 установлены на теплоотводах с поверхностью охлаждения 100...150 см^2. Плату укрепляют в любом корпусе подходящих размеров (в авторском варианте — 260×100×70 мм). Соединения, по которым протекает ток зарядки и разрядки, должны быть выполнены проводом сечением не менее 2 мм^2. Провода, соединяющие устройство с аккумуляторной батареей, желательно выбрать гибкими.

Для налаживания устройства потребуются лабораторный источник постоянного тока с напряжением, регулируемым в пределах от 9 до 15 В при токе нагрузки не менее 0,6 А, и вольтметр. Сначала зарядное устройство и лампу EL1 временно отключают, а заряжаемую батарею заменяют лабораторным источником тока.

Установив по вольтметру напряжение источника 10,5 В, подстроечным резистором R10 устанавливают нижний порог срабатывания компаратора по включению светодиода HL1, а затем, установив напряжение 14,2...14,5 В, подстроечным резистором R11 устанавливают верхний порог по включению светодиода HL2.



Рис. 4

Внешний вид собранной приставки показан на рис. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Болотовский В.И., Вайсгант З. И.** Эксплуатация, обслуживание и ремонт свинцовых аккумуляторов. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1988, 208 с.

2. **Кудинов Г., Савчук Г.** Автоматическое зарядное устройство. — Радио, 1982, № 1, с. 44—48.

3. **Таланов Н., Фомин В.** Зарядное устройство для стартерных батарей аккумуляторов. — Радио, 1994, № 7, с. 29.

4. **Зельдин Е.** Применение интегрального таймера КР1006ВИ1. — Радио, 1986, № 9, с. 36, 37.

5. **Коробков А.** Прибор для автоматической тренировки аккумуляторов: Сб.: «В помощь радиолюбителю», вып. 96, с. 61—70. —М.: ДОСААФ, 1987.

6. **Газизов М.** Автоматическое устройство для зарядки и восстановления аккумуляторных батарей. : Сб.: «В помощь радиолюбителю», вып. 94, с. 3—7. — М.: ДОСААФ, 1986.

От редакции. *Для обеспечения электробезопасности всей зарядной установки в целом необходимо, чтобы нагрузка (батарея) была гальванически развязана (отделена) от питающей сети. Роль элементов развязки в приставке играют оптроны U1 и U2. К сожалению, выбранные автором оптроны серии АОТ110 не в состоянии устранить опасность поражения током, так как их номинальное напряжение изоляции не превышает 100 В. Для приставки подойдут только те оптроны, напряжение изоляции которых не менее 500 В, фототранзистор — составной (особенно это касается оптрона U2), например, из серии АОТ127.*

Сетевые блоки питания, в которых для стабилизации выпрямленного напряжения радиолюбители используют микросхемные стабилизаторы, не всегда радуют их создателей. Причина тому — характерные присущие этим конструкциям недостатки.

У традиционных транзисторных стабилизаторов нередко ненадежна защита от перегрузки. Безынерционные системы защиты ложно срабатывают даже от кратковременных перегрузок при подключении емкостной нагрузки. Инерционные же средства защиты не успевают сработать при сильном импульсе тока, например, при коротком замыкании, приводящем к пробою транзисторов [1]. Устройства с ограничителем выходного тока — безынерционны, в них отсутствует триггерный эффект, но при коротком замыкании на регулирующем транзисторе рассеивается большая мощность, что требует применения соответствующего теплоотвода [2].

Единственный выход при такой ситуации — одновременное применение средств ограничения выходного тока и инерционной защиты регулирующего транзистора от перегрузки, что обеспечит ему в два-три раза меньшую мощность и габариты теплоотвода. Но это приводит к увеличению числа элементов, габаритов конструкции и усложняет повторяемость устройства в любительских условиях.

Принципиальная схема стабилизатора, число элементов в котором минимально, приведена на рис. 1. Источником образцового напряжения служит термостабилизированный стабилитрон VD1. Для исключения влияния входного напряжения стабилизатора на режим стабилитрона его ток задается генератором стабильного тока (ГСТ), построенным на полевом транзисторе VT1. Термостабилизация и стабилизация тока стабилитрона повышают коэффициент стабилизации выходного напряжения.

Образцовое напряжение поступает на левый (по схеме) вход дифференциального усилителя на транзисторах VT2.2 и VT2.3 микросборки К125НТ1 и резисторе R7, где сравнивается с напряжением обратной связи, снимаемым с делителя выходного напряжения R8R9. Разность напряжений на входах дифференциального усилителя изменяет баланс коллекторных токов его транзисторов.

Регулирующий транзистор VT4, управляемый коллекторным током транзистора VT2.2, обладает большим коэффициентом передачи тока базы. Это увеличивает глубину ООС и повышает коэффициент стабилизации устройства, а также уменьшает мощность, рассеиваемую транзисторами дифференциального усилителя.

Рассмотрим работу устройства более подробно.

Допустим, что в установившемся режиме при увеличении тока нагрузки выходное напряжение несколько уменьшится, что вызовет и уменьшение напряжения на эмиттерном переходе транзистора VT3.2. При этом ток коллектора также уменьшится. Это приведет к увеличению тока транзистора VT2.2, поскольку сумма выходных токов транзисторов дифференциального уси-

СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

С ЗАЩИТОЙ ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ПЕРЕГРУЗКИ ПО ТОКУ

В. КОЗЛОВ, г. Муром Владимирской обл.

Автор анализирует наиболее характерные особенности и недостатки стабилизаторов напряжения, знакомых радиолюбителям по публикациям в нашем журнале, дает практические советы, подчас нетрадиционные, по улучшению их основных параметров. В качестве примера он рассказывает о разработанном им стабилизаторе, предназначаемым для мощных блоков питания аппаратуры, которая работает круглосуточно. В статье описывается технология изготовления теплоотвода мощного транзистора. Редакция ждет откликов читателей на эту публикацию.

лителя равна току, текущему через резистор R7, и практически не зависит от режима работы его транзисторов.

В свою очередь, растущий ток транзистора VT2.2 вызывает увеличение тока коллектора регулирующего транзистора VT4, пропорциональное его коэффициенту передачи тока базы, повышая выходное напряжение до первоначального уровня и позволяет поддерживать его неизменным независимо от тока нагрузки.

Для кратковременной защиты устройства с возвратом его в исходное состояние введен ограничитель тока коллектора регулирующего транзистора, выполненный на транзисторе VT3 и резисторах R1, R2.

Резистор R1 выполняет функцию датчика тока, протекающего через регулирующий транзистор VT4. В случае превышения тока этого транзистора максимального значения (около 0,5 А) падение напряжения на резисторе R1 достигнет 0,6 В, т. е. порогового напряжения открывания транзистора VT3. Открываясь, он шунтирует эмиттерный переход регулирующего транзистора, тем самым ограничивая его ток примерно до 0,5 А.

Таким образом, при кратковременных превышениях током нагрузки максимального значения транзисторы VT3 и VT4 работают в режиме ГСТ, что вызывает падение выходного напряжения без срабатывания защиты от перегрузки по току. Через некоторое время, пропорциональное постоянной времени цепи R5C1, это приводит к открыванию транзистора VT2.1 и дальнейшему открыванию транзистора VT3, закрывающего транзистор VT4. Такое состояние транзисторов устойчивое, поэтому после устранения короткого замыкания или обесточивания нагрузки необходимо отключить устройство от сети и вновь включить после разрядки конденсатора C1.

Ток короткого замыкания устройства равен нулю, а значит, исключает перегрев регулирующего транзистора при срабатывании защиты. Резистор R3 необходим для надежной работы транзистора VT4 при малых токах и повышенной температуре. Конденсатор C2, шунтирующий выход стабилизатора, предотвращает самовозбуждение устройства, причиной которого может стать глубокая ООС по напряжению.

Резистор R6 в коллекторной цепи транзистора VT2.1 ограничивает ток во время переходных процессов при включении защиты, а светодиод HL1 выполняет функцию индикатора перегрузки.

Основные параметры стабилизатора

Входное напряжение, В	14...20
Выходное напряжение, В	12
Ток нагрузки, А	0...0,5
Изменение выходного напряжения при токе нагрузки от 0 до 0,5 А, В	<0,1
Ток покоя, мА	15
Ток короткого замыкания, мА	<0,1

Стабилизатор некритичен к разводке печатной платы и размещению деталей на ней. Поэтому монтаж его зависит главным образом от опыта самого конструктора и габаритов предварительно подобранных деталей.

Полевой транзистор VT1 следует подобрать таким, чтобы ток стабилизации, измеренный по схеме рис. 2,а или 2,б, был в пределах 5...15 мА. Статический коэффициент передачи тока базы транзистора VT3 должен быть не менее 20, а транзистора VT4 — не менее 400. На регулирующем транзисторе VT4, допустимый ток коллектора которого должен быть не менее 1 А, выделяется значительная мощность, поэтому его следует установить на теплоотвод мощностью около 5 Вт.

Резисторы и конденсаторы — любых типов на номиналы, указанные на схеме.

Приступая к испытанию и налаживанию стабилизатора, резистор R5 временно удаляют, чтобы система защиты не срабатывала, и подбором резистора R8 устанавливают выходное напряжение, равное 12 В. После этого включают резистор R5 и подбором резистора R1 добиваются необходимого значения тока срабатывания защиты устройства по току.

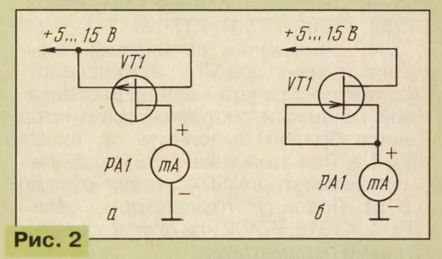


Рис. 2

Какие изменения или дополнения можно внести в рекомендуемый стабилизатор?

Если у радиолюбителя не окажется подходящего полевого транзистора, генератор постоянного тока можно собрать на биполярном транзисторе КТ3108А (рис. 3,а) или аналогичном ему из серии КТ361 с коэффициентом передачи тока базы не менее 20. Диоды VD3

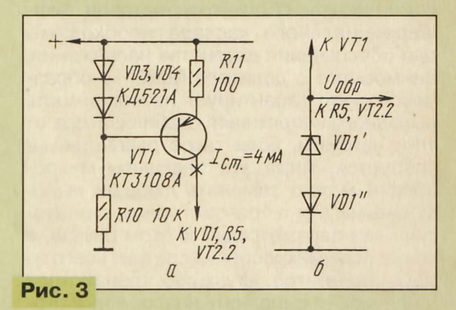


Рис. 3

и VD4 могут быть любые кремниевые.

Термостабилизированный стабилитрон Д818В (VD1) заменим на любой другой аналогичный на напряжение стабилизации от 3 до 12 В. Но наиболее желателен двуханодный стабилитрон, например КС162А, с малым температурным коэффициентом напряжения стабилизации. В крайнем случае его заменит цепочка из последовательно соединенных обычного стабилитрона и любого кремниевого диода, как показано на рис. 3,б.

Регулирующий транзистор КТ825А (VT4) можно заменить на два, включив их по схеме составного транзистора, как показано на рис. 4,а или 4,б. Транзистор VT4' должен быть с коэффициентом усиления по току не менее 20, максимальным током коллектора не менее 1 А и максимальной рассеиваемой мощностью с теплоотводом не менее 5 Вт. Транзистор VT4'' — любой структуры p-n-p с коэффициентом усиления по току не менее 20, максимальным током коллектора не меннее 30 мА и максимальной рассеиваемой мощностью не менее

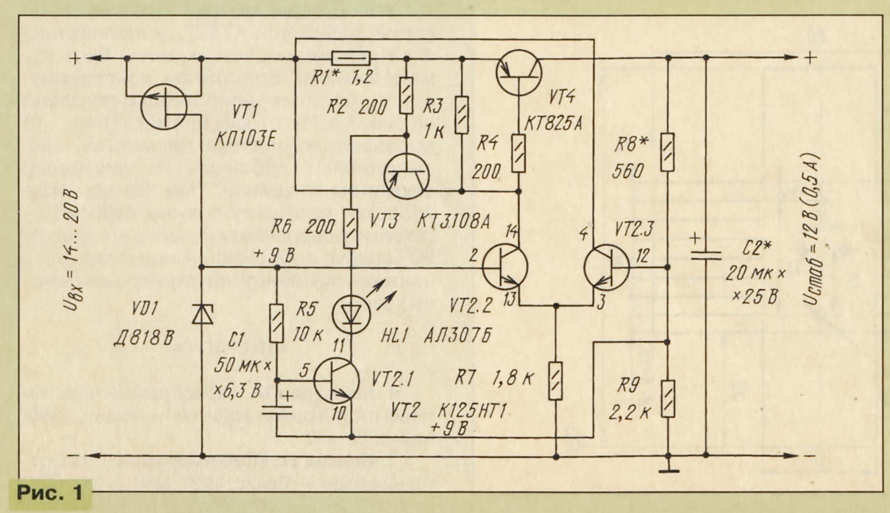


Рис. 1

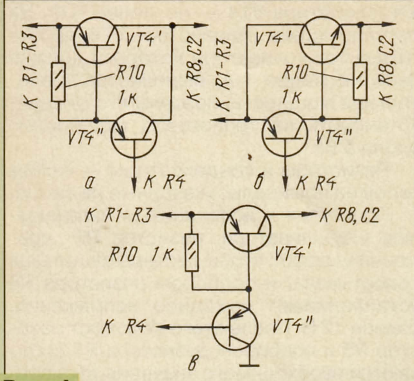


Рис. 4

150 мВт, например,серий КТ361, КТ203, КТ208, КТ209, КТ501, КТ502.

Для уменьшения напряжения насыщения транзистора VT4" и, как следствие, некоторого уменьшения рассеиваемой мощности составной транзистор целесообразно выполнить по схеме рис. 4,в. При этом мощность, рассеиваемая транзистором VT4", увеличится до 0,6 Вт. Подойдут транзисторы серий КТ814, КТ816, ГТ402 или другие с аналогичными параметрами.

Транзисторы VT2.2 и VT2.3 микросборки К125НТ1, работающие в дифференциальном каскаде, можно заменить на сборку из двух n-p-n транзисторов с коэффициентом усиления по току не менее 20, максимальным напряжением коллектор—эмиттер не менее 20 В и током коллектора не менее 15 мА, например, серии КР198. При этом важно лишь помнить: одинаковые вольт-амперные характеристики обоих транзисторов дифференциального каскада необходимы для обеспечения равенства напряжения, снимаемого с делителя R8R9, — образцовому, что гарантирует независимость выходного напряжения стабилизатора от тока нагрузки. Если такое равенство не требуется, тогда эти элементы микросборки можно заменить любыми маломощными n-p-n транзисторами с аналогичными параметрами. В этом случае, а также если микросборка состоит всего из двух элементов, функцию транзистора VT2.1 может выполнять аналогичный n-p-n транзистор малой мощности.

Описанный стабилизатор с фиксированным выходным напряжением несложно преобразовать в двуполярный с регулируемым выходным напряжением от ±6 В до ±12 В. Схема такого устройства приведена на рис. 5. Пределы напряжения стабилизации возможно расширить заменой стабилитрона КС162А (VD1) на КС147А и уменьшением сопротивления резистора R9 до 330 Ом. Допустимо также дифференциальный усилитель и делитель напряжения R8R9 смонтировать по схеме рис. 6. Тогда выходное напряжение стабилизатора можно будет изменять от 0 до ±12 В. Однако система защиты, в которую входят элементы VT2.1, R5, C1, HL1 (рис. 1) в этом случае потеряет смысл и стабилизатор станет довольно традиционным.

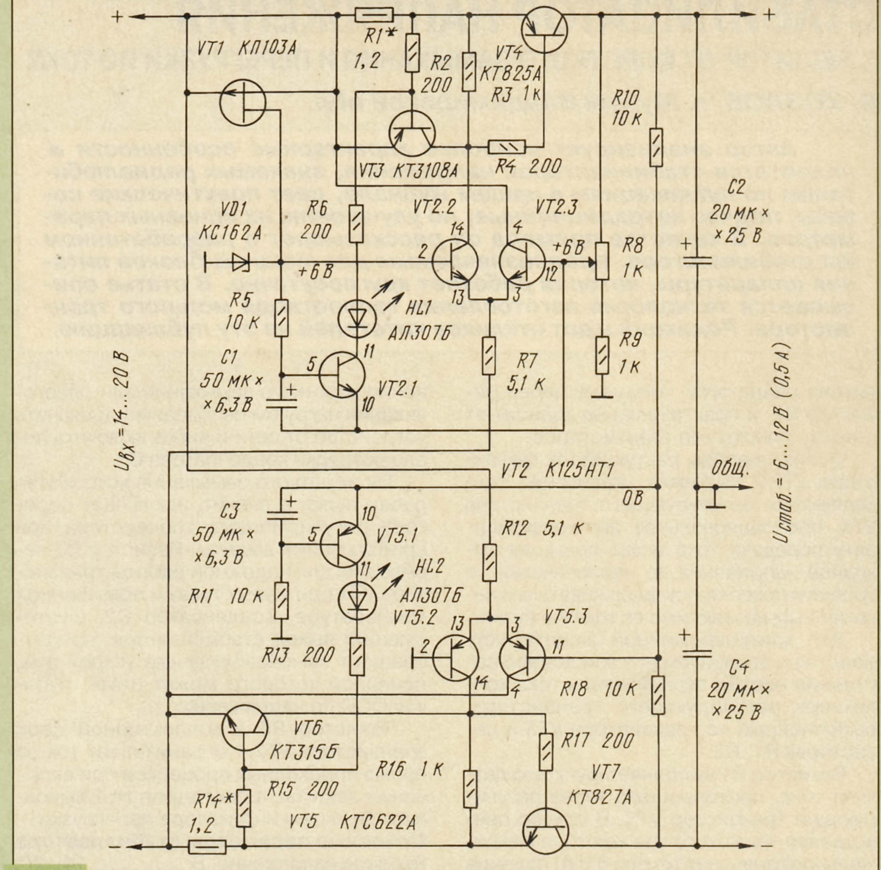


Рис. 5

Транзисторы VT1, VT2 и VT4, номиналы резисторов и конденсаторов такие же, как в стабилизаторе по схеме рис. 1, но мощность рассеяния транзистора VT4 (или транзисторов VT4', VT4" по схемам рис. 4) возрастет пропорционально падению напряжения на нем.

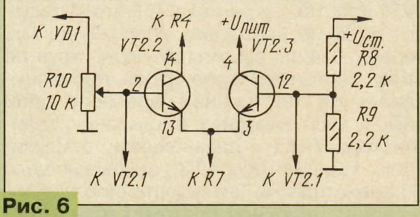


Рис. 6

Теплоотводы мощных транзисторов серий КТ825 или КТ827, выполняющих функцию регулирующих, могут быть самодельными. Возможная конструкция одного из таких теплоотводов показана на рис. 7,а. Заготовку для него (рис. 7,б) вырезают ножницами по металлу или выпиливают лобзиком из листового алюминия толщиной 2 мм. Затем узкие лепестки противоположных сторон заготовки поворачивают пассатижами на 90° вокруг собственной оси каждый, а широкие загибают (по штриховым линиям) вверх.

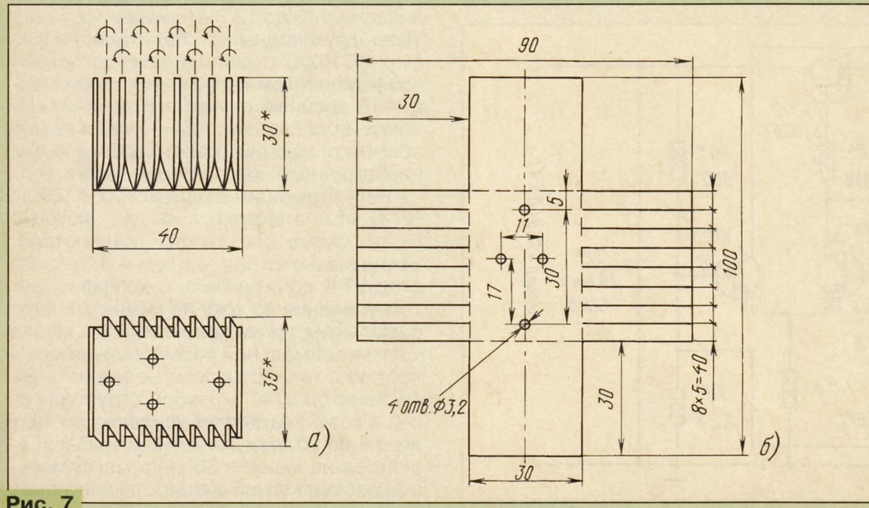


Рис. 7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мансуров М.** Лабораторный блок питания с триггерной защитой. — Радио, 1990, № 4, с. 66—70.

2. **Нечаев И.** Комбинированный лабораторный блок. — Радио, 1991, № 6, с. 61—63.

ЛАБОРАТОРНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ 0...20 В

С. БИРЮКОВ, г. Москва

При первом включении настраиваемого устройства или прибора для снятия вольт-амперных характеристик различных радиоэлементов полезно иметь блок питания, позволяющий регулировать выходное напряжение источника от нуля. Возможный вариант такого источника и предлагает автор публикуемой статьи для радиолюбительской лаборатории. Его максимальный выходной ток — 1 А. Устройство защищено от перегрузки по току и перегрева элементами использованной в нем микросхемы.

Принципиальная схема предлагаемого блока питания приведена на рис. 1. Переменное напряжение со вторичной обмотки сетевого трансформатора Т1 выпрямляется диодным мостом VD1. Выпрямленное и сглаженное конденсатором С3 напряжение стабилизируется микросхемным стабилизатором КР142ЕН12А (DA1). Вторичная обмотка трансформатора имеет отводы, коммутируемые секцией SA2.1 переключателя SA2. При верхнем и среднем (по схеме) положениях его подвижных контактов (поддиапазоны выходных напряжений 13...20 и 6,5...13,5 В) включение микросхемы DA1 стандартное [1], а в поддиапазоне 0...7 В нижний (по схеме) вывод переменного резистора R3, выполняющего функцию регулятора выходного напряжения, подключен к выходу источника напряжения −1,25 В, стабилизированного микросхемой DA2 [2]. В результате напряжение на выходе микросхемы DA1 оказывается сдвинутым на 1,25 В вниз и регулируется от нуля [3].

Рис. 1

В описываемом блоке питания использован унифицированный трансформатор ТН32 [4]. Каждая из секций его вторичной обмотки рассчитана на напряжение 6,3 В. Для источника напряжения отрицательной полярности свободной обмотки нет, поэтому его выпрямитель на диодах VD2 и VD3 выполнен по нестандартной схеме. Внешне он напоминает выпрямитель с удвоением напряжения, но ни один из выводов вторичной обмотки трансформатора Т1 не подключен к общему проводнику устройства.

Такой выпрямитель обеспечивает на конденсаторе С7 напряжение, равное примерно полной амплитуде (от пика до пика) напряжения относительно общего провода на том отводе вторичной обмотки, к которому подключен конденсатор С4. Поскольку с общим проводом при одном полупериоде сетевого напряжения соединяется один из выводов вторичной обмотки, а при следующем полупериоде — другой вывод, амплитуда напряжения на выбранном отводе зависит от положения контактов переключателя SA2. В результате на поддиапазоне 0...7 В напряжение на конденсаторе С7 соответствует по абсолютному значению напряжению на конденсаторе С3 (12...15 В), составляет примерно 5 В при среднем положении контактов переключателя SA2 и равно нулю — при верхнем.

Какова роль резистора R1? Для нормальной работы обоих выпрямителей устройства необходимо, чтобы токовая нагрузка моста VD1 примерно в два раза превышала нагрузку выпрямителя на диодах VD2, VD3. Это условие обеспечивает резистор R1. Без него после включения питания конденсаторы С3 и С7, зарядившиеся до нормальных напряжений, начинают перезаряжаться — напряжение на конденсаторе С3 медленно повышается, а на конденсаторе С7 — снижается.

Конденсаторы С1, С2 и С5, С6 устраняют высокочастотные помехи, возникающие в момент закрывания диодов выпрямителей. Конденсатор С8 уменьшает выходное сопротивление блока по переменному току и снижает выбросы напряжения на выходе в моменты коммутации поддиапазонов переключателем SA2. Диоды VD4 — VD6 защищают микросхемные стабилизаторы напряжения при переходных процессах и в аварийных режимах.

Большая часть деталей блока смонтирована на печатной плате (рис. 2) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Все постоянные резисторы — МЛТ. Переменный резистор R3 — проволочный ППЗ-40. Последовательно с ним можно включить еще один переменный резистор сопротивлением 47 или 51 Ом, который облегчит точную установку значения выходного напряжения. Оксидные конденсаторы — импортные аналогичные отечественным серии К50-35; остальные конденсаторы — КМ-6, К10-17 или другие керамические. Конденсатор

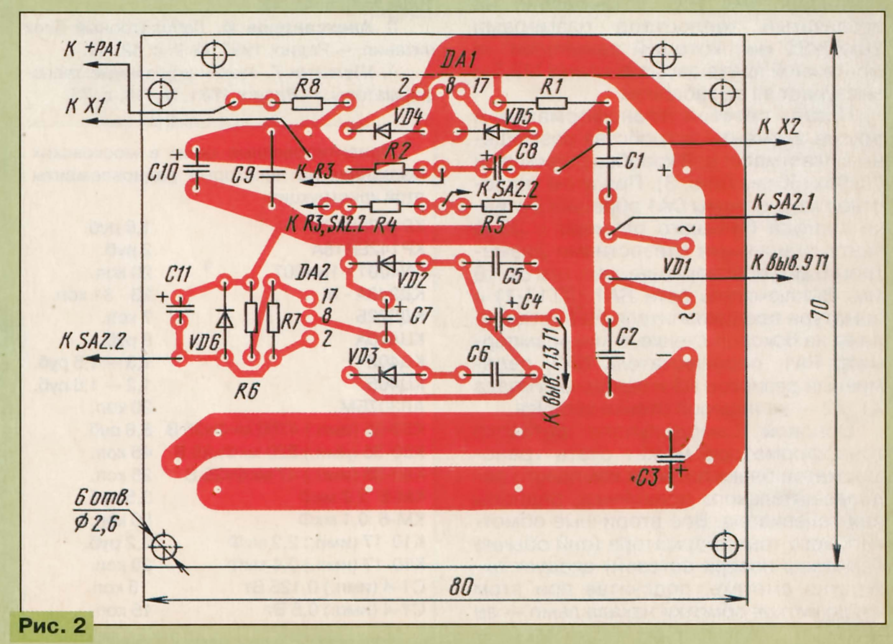


Рис. 2

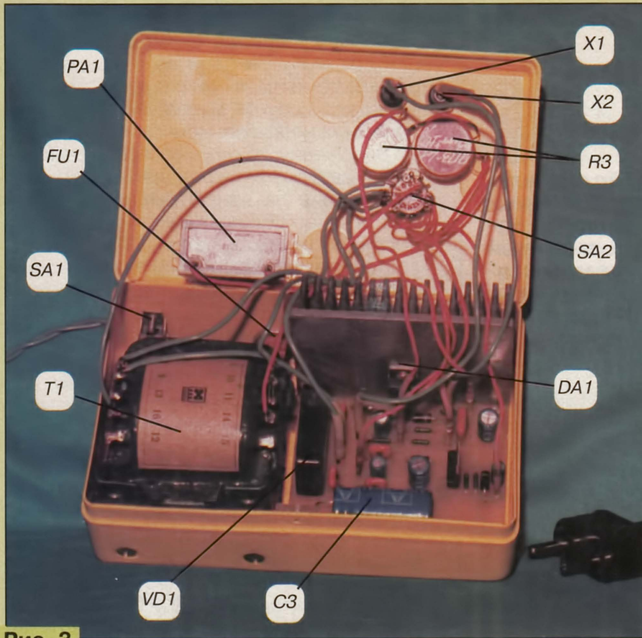


Рис. 3

C3 установлен параллельно печатной плате; его можно заменить четырьмя конденсаторами K50-35 емкостью по 1000 мкФ на номинальное напряжение 40 В или конденсаторами с осевыми выводами, для чего на плате предусмотрены соответствующие отверстия.

Диоды 1N4001 (VD2 — VD6) — от разобранного импортного устройства — заменимы на любые малогабаритные импульсные или выпрямительные, например, КД103А или КД522Б. Вместо выпрямительного моста КЦ410А (VD1) подойдет аналогичный другой на выходной ток не менее 1 А, например, КЦ402 или КЦ405 с любыми буквенными индексами, кроме Ж и И. Его можно собрать и из четырех диодов на рабочий ток 1 А, например, КД243А — Ж (отечественные аналоги диодов 1N4001 — 1N4007).

Переключатель SA2 — ПГ2-17-3П4Н. Микроамперметр PA1 — M4248 на ток полного отклонения стрелки 100 мкА.

Микросхема DA1 установлена на игольчатый теплоотвод размерами 20x80x55 мм, который закреплен на монтажной плате двумя винтами M2,5 и выступает за ее габариты.

Плата, сетевой трансформатор и другие элементы устройства размещены в пластмассовой коробке размерами 70x95x150 мм (рис. 3). При этом теплоотвод микросхемы DA1 обращен к стенке корпуса большего размера с 35-ю вентиляционными отверстиями диаметром 6 мм, просверленными с шагом 10 мм. Выключатель сети SA1 (ПТ17-1) и арматура предохранителя FU1 установлены на боковой стенке, а микроамперметр PA1, переключатель SA2, переменный резистор R3 и выходные гнезда X1, X2 — на лицевой стенке корпуса.

Основой самодельного сетевого трансформатора может стать трансформатор блока питания лампового радиовещательного приемника, радиолы или телевизора. Все вторичные обмотки такого трансформатора (они обычно намотаны поверх сетевой) следует аккуратно смотать, подсчитав при этом число витков обмотки накала ламп — ее провод самый толстый. Поверх оставшейся сетевой следует намотать проводом ПЭВ-2 0,7...0,9 три обмотки: первую (выводы 9 — 13 на рис. 1), содержащую вдвое большее число витков, чем накальная, и две (выв. 7—8 и 14—16) с таким же числом витков, как накальная. Если у используемого трансформатора две раздельных накальных обмотки, ориентироваться надо на обмотку с большим числом витков. Обмотка с меньшим числом витков — накальная нити кенотрона (5 В).

Настройка блока питания сводится в основном к подбору резисторов R2, R4 и R5 для получения на его выходе поддиапазонов напряжений, указанных на схеме возле секции SA2.2 переключателя SA2. Но если установлены резисторы с допуском 5 %, то подбирать придется только R2.

Резисторы R6, R7 предназначены для точной установки выходного напряжения 0 В на случай, если выходное напряжение микросхемы DA2 окажется меньше (по абсолютному значению), чем микросхемы DA1. Если же выходное напряжение микросхемы DA2 больше, чем у DA1, вместо резистора R6 на плате следует поставить перемычку.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нефедов А., Головина В.** Микросхемы КР142ЕН12. — Радио, 1993, № 8, с. 41, 42; 1994, № 1, с. 45.

2. **Нефедов А., Головина В.** Микросхемы КР142ЕН18А, КР142ЕН18Б. — Радио, 1994, № 3, с. 41, 42.

3. **Александров И.** Лабораторный блок питания. — Радио, 1997, № 9, с. 42, 43.

4. **Шульгин Г.** Унифицированные трансформаторы. — Радио, 1981, № 7-8, с. 73.

Ориентировочные цены в московских магазинах на некоторые радиоэлементы этой конструкции:

КР142ЕН12А	1,6 руб.
КР142ЕН18А	2 руб.
1N4001 - 1N4007	20 коп.
КД243А - Ж	23 - 31 коп.
КД522Б	7 коп.
КЦ410А	9 руб.
КЦ402	1,3 — 1,5 руб.
КЦ405	1,2 — 1,6 руб.
АЛ307БМ	20 коп.
К50-35 (имп.) 4700 мкФх35 В	6,8 руб
К50-35 (имп.) 220 мкФх25 В	45 коп.
К50-35 (имп.) 47 мкФх25 В	25 коп.
КМ-6 2,2 мкФ	3,5 руб.
КМ-6 0,1 мкФ	80 коп.
К10-17 (имп.) 2,2 мкФ	2,2 руб.
К10-17 (имп.) 0,1 мкФ	20 коп.
С1-4 (имп.) 0,125 Вт	6 коп.
С1-4 (имп.) 0,5 Вт	15 коп.

Современные тенденции развития акустических излучателей (громкоговорителей) классов "Hi-Fi", "High End", "Домашний театр" предъявляют соответствующие повышенные требования и к звукоусилительной воспроизводящей аппаратуре. К сожалению, им не всегда отвечают даже аналоговые усилители, разработанные в последние годы. И вполне правомерно, что эта аппаратура нуждается в дальнейшем усовершенствовании. Вот как подошли к решению этой проблемы разработчики концерна Matsushita при пересмотре концепции построения усилителей мощности звуковой частоты, известных во всем мире под торговой маркой "Technics".

Стремление улучшить параметры усилителей мощности, критический анализ уже выпускаемой продукции привели конструкторов концерна к необходимости пересмотреть уже существующие до сего времени принципы проектирования УМЗЧ. Прежде всего обратили внимание на то, что выполнение некоторыми каскадами усилителей одновременно нескольких функций, хотя и минимизирует число используемых элементов, является в то же время причиной проявления разного рода искажений. Выявился и еще один важный момент в процессе создания конструкции: раньше при проведении тестовых испытаний больше внимания уделяли контролю выходного напряжения на нагрузке. Оказалось же, что одновременно следует контролировать и протекающий через нагрузку ток. В силу реактивного характера нагрузки поведение напряжения и тока, особенно в режимах переходных процессов, различно. Это продемонстрировано на эпюрах осциллограмм, приведенных на рис.1 (на примере коммутируемого синусоидального сигнала). Как видно из осциллограмм, они заметно различаются.

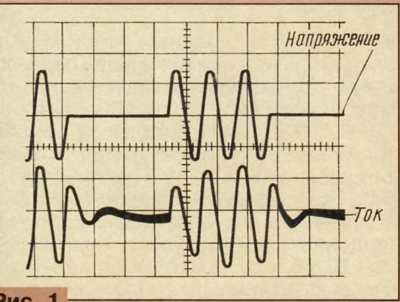


Рис. 1

Следующая задача состояла в том, чтобы оценить степень различия (на реальных воспроизводимых сигналах) и предложить систему компенсации. Так появился режим усиления, который впоследствии был назван режимом "АА". Это название не следует отождествлять с выбором рабочей точки активного элемента, например транзистора.

Конструкторами был предложен вариант, основанный на применении двух источников, работающих на общую нагрузку. На рис. 2 представлен основной принцип усиления в его новой концепции. Как уже давно известно, наилучшими параметрами обладают усилители, работающие в режиме класса "А". Они имеют небольшие искажения, не требуют применения глубоких обратных свя-

РЕЖИМ КЛАССА "АА" В УСИЛИТЕЛЯХ "TECHNICS"

зей, что, в свою очередь, благоприятно отражается на общей стабильности и качестве работы, особенно в моменты возникновения переходных процессов. Однако у этого режима есть один неприятный момент — работа с большими токами покоя и соответственно необходимость отвода значительного количества тепла от активных элементов. Поэтому, несмотря на достоинства такого режима, фирмы-изготовители аппаратуры воспроизведения отдают ему предпочтение не столь часто, и только в усилителях с небольшой выходной мощностью.

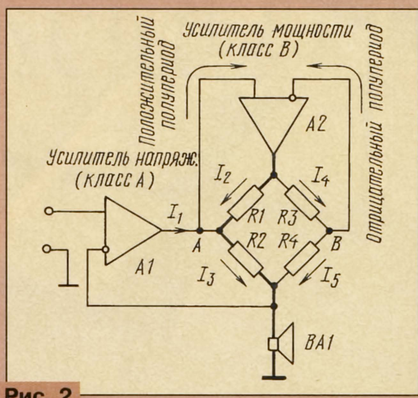


Рис. 2

В противоположность режиму "А", режим усиления класса "В" имеет неплохие энергетические показатели, но из-за отсечек тока плеч двухтактного выходного каскада возникают те самые неприятные моменты переходных процессов, приводящие к появлению искажений сигнала.

Предлагаемый вариант усилителя режима "АА" (подчеркиваем — работы усилителя, а не класса усиления) как будто удачно сочетает достоинства обоих классов усиления при их одновременном управлении нагрузкой. В момент максимума сигнала нагрузкой управляет усилитель мощности A2, работающий в режиме усиления класса "В", а при минимальных сигналах управление нагрузкой берет на себя усилитель напряжения A1, работающий в режиме усиления класса "А". Таким образом сочетаются максимально достижимая мощность в пиках сигнала без влияния постоянной составляющей, с одной стороны, и высокая линейность при переключении плеч выходного каскада усилителя мощности — с другой.

Принимая во внимание, что величина входного импеданса усилителя мощности A2 тока весьма велика, можно провести анализ работы устройства. В состоянии покоя мост уравновешен. Предположим, что на неинвертирующем входе усилителя напряжения A1 появляется положительный полупериод входного сигнала. Изменение напряжения на выходе этого усилителя становится причиной нарушения баланса моста в течение времени увеличения напряжения в точке А, от которой сигнал одновременно подается на неинвертирующий вход усилителя A2. Усилитель A2 стремится к уравниванию величины напряжений в точках А и В, вызывая протекания токов соответствующих величин через плечи с резисторами R1 и R2, а также R3 и R4.

В этом случае ток I_1, протекающий от усилителя A1, начнет уменьшаться, а когда напряжение на нагрузке возрастает, он вызывает уменьшение разницы напряжения между входами усилителя A1. Усилитель A1 управляет, таким образом, изменением потенциала точки А и одновременно отслеживает напряжение на звуковой головке BA1. Если напряжение в точке А не имеет искажений, то и на звуковой головке их тоже не будет. Такова теория.

На практике все сложнее. Многоступенчатый усилитель A2 имеет несколько иной импульсный отклик по сравнению с упрощенным усилителем A1 при чрезвычайно малых токах. Это требует внесения в схему моста некоторых модификаций, которые смогут обеспечить его работу в широком диапазоне частот.

Схемотехническое решение сочетания двух усилителей и нагрузки представляет собой мостовое устройство, показанное на рис. 3. Это — фрагмент промышленной конструкции модели "Technics SE-A100" производства Японии. В левые части моста, через которые протекает ток нагрузки, включены резисторы с малыми сопротивлениями для снижения падения напряжения на них. Параллельное включение нескольких резисторов (R7, R8 и R9—R12) преследует цель снижения их паразитной индуктивности. Подключение катушки L1 продиктовано необходимостью компенсации токов самоиндукции в широком диапазоне частот.

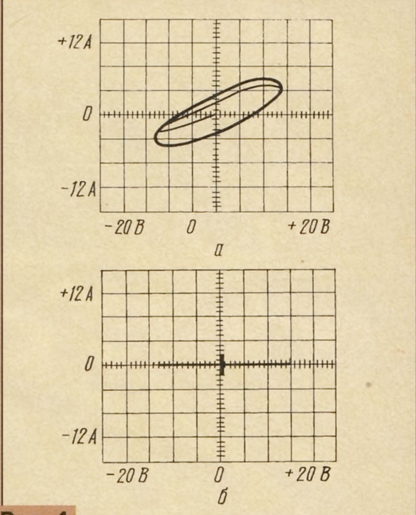


Рис. 4

Переменный резистор R4 совместно с конденсатором С3 служит для обеспечения фазовых коррекций на высоких частотах, а С4 и С5 — для устранения влияния постоянной составляющей.

Усилитель, работающий в режиме "АА", характеризуется чрезвычайно малыми нелинейными искажениями (типовое значение <0,005%), а также великолепными фазовыми характеристиками. На рис. 4 представлены вектограммы продуктов искажений для транзисторных усилителей обычного типа (вверху) и работающего в режиме "АА" (внизу).

По материалам журнала "Radioelektronic Audio-Hi-Fi-Video"

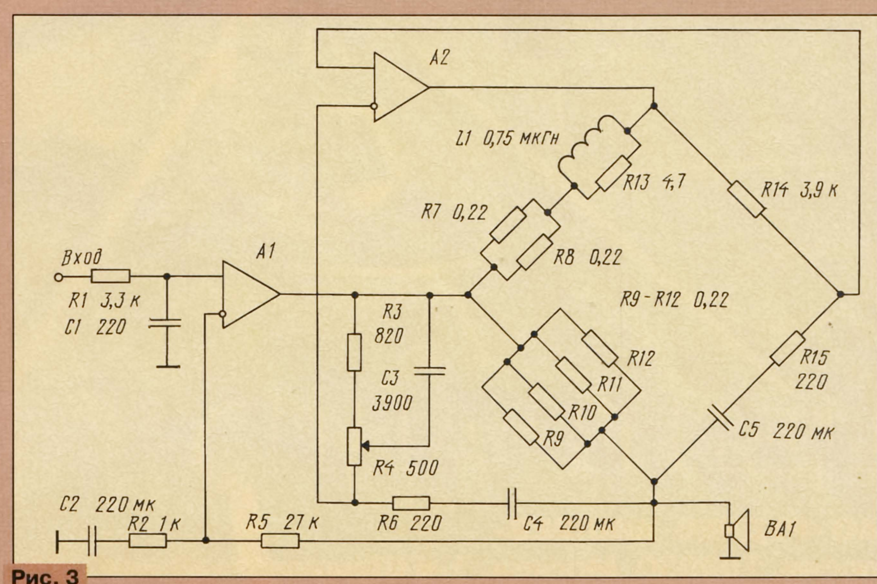


Рис. 3

Примечание редакции. *Редакции не удалось установить, какой из усилителей фирмы Technics в Польше носит название "SE-A100". На российском рынке одним из первых усилителей подобного типа был "SE-A1000". Он получил заслуженное признание любителей высококачественного воспроизведения, хотя его стоимость в то время была немалой (правда, все же меньше, чем ставшие "модными" ламповые усилители). Совершенствование предложенного метода (схемотехническое и технологическое) привело к появлению ряда других моделей — более дешевых, но вполне качественных. Из них следует отметить усилители Technics "SU-A600MK3" (без пульта дистанционного управления) и "SU-A700MK3", "SU-A800D", "SU-A900D" (с ДУ).*

ТИРИСТОРНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИЙ КР1125КП2 И КР1125КП3

Микросхемы КР1125КП3А — КР1125КП3В представляют собой комплементарные пары транзисторных аналогов динисторов, оформленные в одном корпусе. Они предназначены для работы в аппаратуре фазового регулирования мощности переменного тока и других импульсных устройствах (узлах зажигания мощных газоразрядных ламп, автогенераторах пилообразных импульсов и т. п.). Зарубежный аналог — BR100/03.

Приборы изготовлены на кристалле размерами 1,2×1,2 мм по планарно-диффузионной технологии с изоляцией p-n переходом. Корпус — пластмассовый, КТ-26 (рис. 1); масса — не более 0,3 г. Предусмотрен также конструктивный вариант бескорпусного исполнения переключателя.

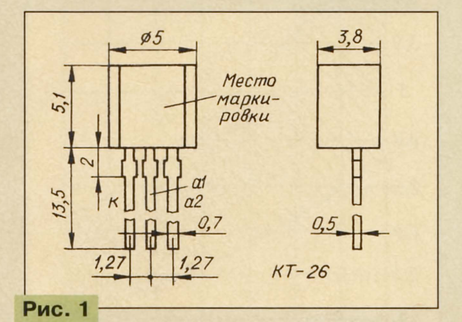


Рис. 1

Схема переключателя и его цоколевка представлены на рис. 2. Прибор представляет собой два идентичных транзисторных аналога динистора, включенных встречно-последовательно и смонтированных в общем корпусе. Цепи стабилитронов VD1—VD3 и VD5—VD7 задают напряжение открывания динисторов. Так, в переключателе КР1125КП3А в этих цепях включено по одному стабилитрону, в КР1125КП3Б — по два, в КР1125КП3В — по три.

Вольт-амперная характеристика прибора показана на рис. 3. Легко видеть, что она симметрична относительно нуля координат. Цепи VD4R3 и VD8R7 обеспечивают протекание анодного тока через прибор в обход соответствующего аналога динистора при обратном напряжении на нем. Резисторы R3, R4 и R7, R8 позволяют использовать аналог динистора без дополнительного токоограничительного резистора.

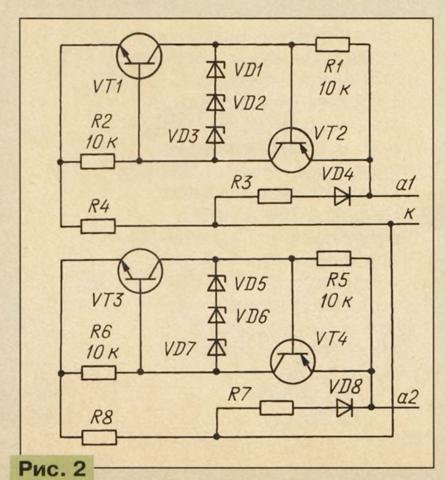


Рис. 2

Основные технические характеристики *

Напряжение переключения (открывания), В, при значениях температуры −60, 25 и 85°С для
- КР1125КП3А . . . . 8,5±1
- КР1125КП3Б . . . . 15±1
- КР1125КП3В . . . . 21±2

Температурный коэффициент напряжения переключения, мВ/°С, не более 2

Постоянное напряжение на открытом динисторе, В, при прямом токе 50 мА и температуре 25°С . . . . . 1,2...3,5 **

Несимметрия плеч по напряжению переключения, В, не более, при температуре 25°С 1

Ток переключения, мА, не более, при значениях температуры 25 и 85°С 0,15

Ток удержания динистора в открытом состоянии, мА, не более, при температуре −10...+85°С 1

Время включения, нс, не более, при сопротивлении токоограничивающего резистора 1 кОм и температуре 25°С 80

* Каждого плеча.

** Без учета внутреннего сопротивления — не более 1 В.

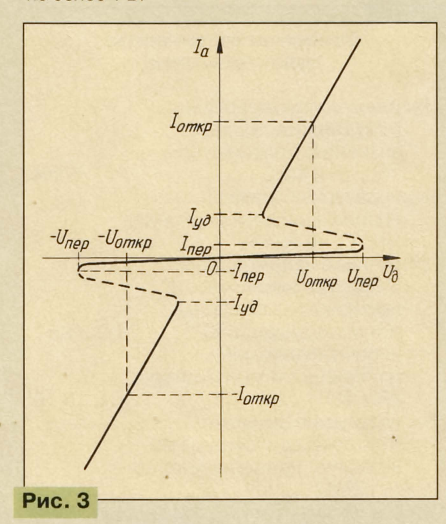


Рис. 3

Предельные эксплуатационные значения

Скорость нарастания напряжения на закрытом динисторе, В/мкс, не более, при температуре −60...+85°С 0,1

Повторяющийся импульсный ток открытого динистора, А, при частоте следования импульсов не более 50 Гц, емкости накопительного конденсатора в анодной цепи не более 1 мкФ, сопротивлении измерительного резистора 1 Ом и температуре −60...+85°С . . . . 0,6...3

Наибольшая рассеиваемая мощность открытого динистора, Вт, при температуре
- −60...+50°С 250
- +85°С 20

Наибольшее допустимое статическое напряжение, кВ 2

Рабочий температурный интервал, °С . . . . −60...+85

Оба динистора прибора могут быть использованы как в паре, так и независимо один от другого. При этом значение повторяющегося импульсного тока открытого динистора необходимо уменьшить до 0,25...1,2 А, а напряжение переключения уменьшается для КР1125КП3А до 7...9 В, для КР1125КП3Б — до 13,5...15,5 В и для КР1125КП3В — до 18,5...22,5 В. Обратное напряжение каждого из динисторов равно 1,5 В при обратном токе 10 мА.

Динисторные переключатели серии КР1125КП3 способны работать формирователями импульсов при условии соблюдения указанных условий эксплуатации. Частоту следования импульсов определяет допустимая скорость нарастания анодного напряжения.

При эксплуатации микросхемы в температурном интервале −60...+60°С допускается увеличить скорость нарастания напряжения на закрытом динисторе до 1 В/мкс.

Микросхемы пригодны для монтажа на печатной плате методом групповой пайки. При ручном монтаже температура паяльника не должна превышать 265°С, а время пайки — 4 с. Допускаемое число перепаек — 2. Место пайки не должно быть ближе 3 мм от кромки корпуса. Выводы можно изгибать один раз под углом до 90 град. с радиусом изгиба не менее 2,2 мм. Место изгиба не должно находиться ближе трех миллиметров от корпуса; усилие изгибания не должно передаваться на корпус.

На рис. 4, 5 и 6 изображены типовые температурные зависимости тока удержания динистора в открытом состоянии, тока переключения и отношения тока удержания к току переключения соответственно.

Схема фазового регулятора мощности с микросхемой из серии КР1125КП3 в

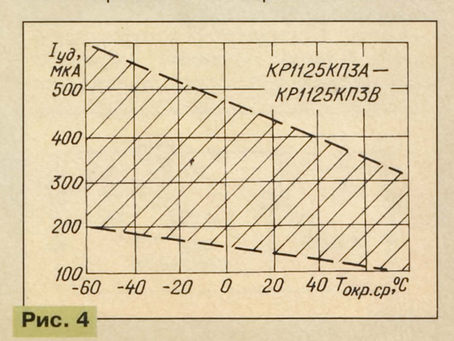


Рис. 4

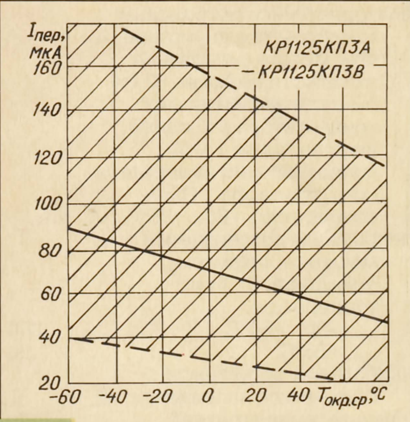


Рис. 5

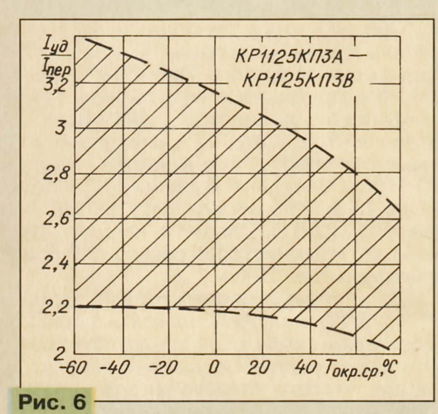


Рис. 6

узле управления тринистором показана на рис. 7. В устройстве использовано только одно плечо динисторного переключателя VS2. Конденсатор C1 — накопительный; резистор R3 — орган регулирования мощности. Резистор R2 ограничивает ток через цепь управления в верхнем по схеме положении движка резистора R3; резистор R1 — режим-

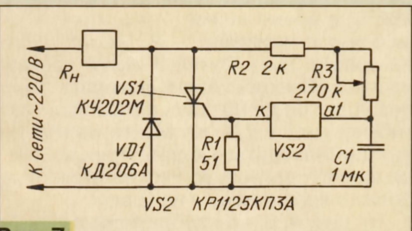


Рис. 7

ный, предназначен для обеспечения четкой работы тринистора VS1 при повышенной температуре его корпуса. Динисторный переключатель VS2 играет роль спускового элемента. Диод VD1 обеспечивает пределы регулирования мощности от 50 до 100 %.

На рис. 8 представлена схема подобного регулятора мощности, собранного на симисторе VS1. Здесь динисторный

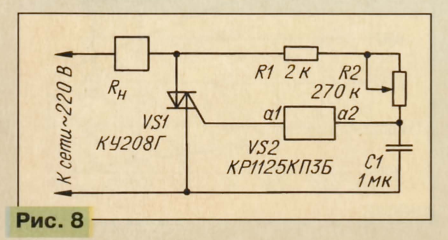


Рис. 8

переключатель VS2 формирует двуполярные управляющие импульсы — использованы оба плеча переключателя.

●

Микросхема КР1125КП2 отличается от КР1125КП3 в основном тем, что представляет собой не двуплечий, а одноплечий переключатель. Корпус — тот же, но цоколевка отлична (рис. 9); масса — не более 0,3 г. Зарубежный аналог — 4E20-28.

Поскольку в переключателе КР1125КП2 только один аналог динистора, его вольт-амперная характеристика несимметрична (рис. 10).

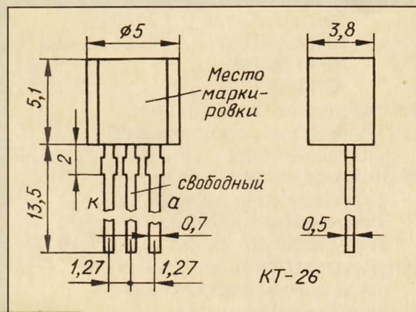


Рис. 9

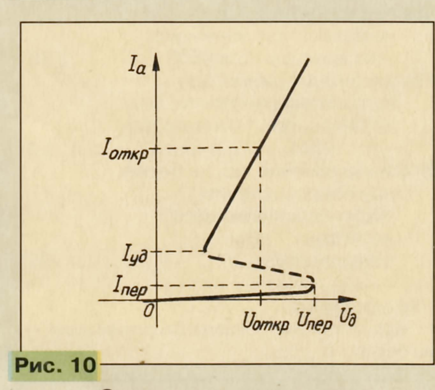


Рис. 10

Основные технические характеристики

Напряжение переключения (открывания), В, при значениях температуры −60, 25 и 85°С .... 21±3

Температурный коэффициент напряжения переключения, мВ/°С, не более 2

Постоянное напряжение на открытом динисторе, В, при прямом токе 50 мА и температуре 25°С ...... 1,2...3,5 *

Ток переключения, мА, не более, при температуре 25 и 85°С 0,13

Ток удержания динистора в открытом состоянии, мА, не более, при температуре
- 25°С 3
- 85°С 0,5

Время включения, нс, не более, при сопротивлении токоограничивающего резистора 1 кОм и температуре 25°С 80

* Без учета внутреннего сопротивления — не более 1 В.

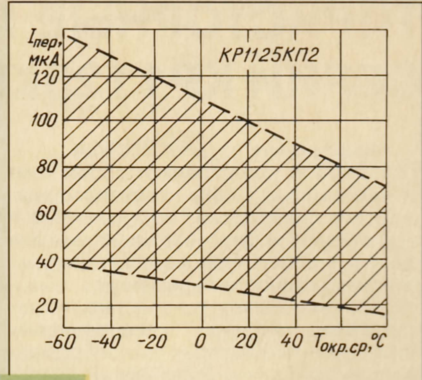


Рис. 11

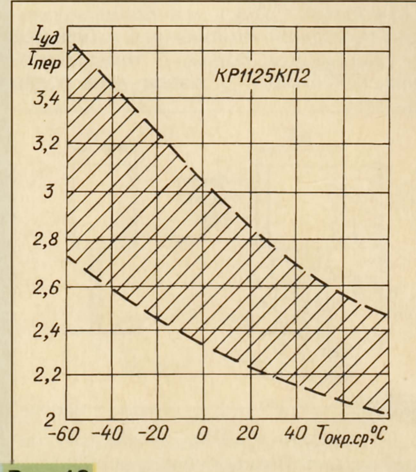


Рис. 12

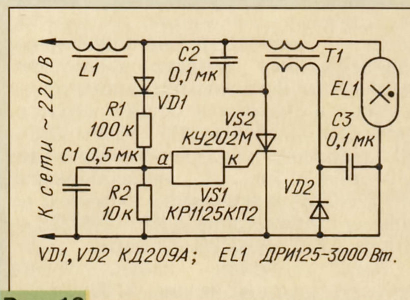


Рис. 13

Предельные эксплуатационные значения

Скорость нарастания напряжения на закрытом динисторе, В/мкс, не более, при температуре −60...+85°С 0,1

Повторяющийся импульсный ток открытого динистора, А, при частоте следования импульсов не более 50 Гц, емкости накопительного конденсатора 1 мкФ, сопротивлении измерительного резистора 1 Ом и температуре −60...+85°С . 0,25...1,2

Наибольшая рассеиваемая мощность открытого динистора, Вт, при температуре
- −60...+50°С 250
- +85°С 20

Рабочий температурный интервал, °С .... −60...+85

На рис. 11 представлена типовая температурная зависимость тока переключения динистора, а на рис. 12 — отношения его тока удержания к току переключения.

Типовая схема включения микросхемы КР1125КП2 в тринисторный регулятор мощности аналогична показанной на рис. 7. На рис. 13 изображена схема импульсного устройства зажигания высокоинтенсивных газоразрядных уличных источников света. Здесь L1 и T1 — стандартные балластный дроссель и импульсный трансформатор.

Материал подготовил
А. НЕФЕДОВ

г. Москва

УСИЛИТЕЛИ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ ЭКР1436УН1 и КР1064УН2

Микросхемы ЭКР1436УН1 и КР1064УН2 — аналоги микросхемы МС34119 фирмы "Моторола". Приборы ЭКР1436УН1 выпускает ПО "Интеграл" (г. Минск) в корпусе 2101.8-А в так называемом экспортном варианте с дюймовым шагом выводов 2,54 мм (на что указывает буква Э в ее наименовании). Микросхемы КР1064УН2 выпускает АО "Светлана" (г. С.-Петербург) в корпусе 2101.8-1 с метрическим шагом выводов 2,5 мм (рис. 1,а). Масса прибора — не более 1 г.

ПО "Интеграл" выпускает также вариант микросхемы ЭКР1436УН1 в миниатюрном пластмассовом корпусе 4309.8-1 (рис. 1,б); масса этого прибора — не более 0,2 г.

Микросхема МС34119 была разработана для применения в качестве усилителя сигналов ЗЧ в громкоговорящих телефонных аппаратах — их часто называют спикерфонами или Hands Free (сокращенно HF) — свободные руки.

Рис. 1

Полностью отвечающая весьма жестким требованиям работы в телефонных аппаратах, эта микросхема оказалась перспективной и для применения в любительских конструкциях, в первую очередь в устройствах с автономным питанием. По многим показателям она превосходит микросхемные усилители ЗЧ серий КР174УН23, КФ174УН23 и КФ174УН2301, которые фактически специализированы для звукоусиления в стерео- и монофонических плейерах.

В числе основных достоинств микросхем ЭКР1436УН1 и КР1064УН2 — широкие пределы питающего напряжения (2...16 В), наличие противофазных выходов, что позволяет увеличить размах выходного напряжения почти в два раза (по сравнению с одиночными ОУ) и подключать динамическую головку непосредственно к выходам (без разделительного конденсатора). Кроме того, они отличаются малым потреблением тока в отсутствие входного сигнала и небольшим числом навесных элементов.

На рис. 2 представлена структурная схема собственно усилителя ЗЧ ЭКР1436УН1 совместно с типовой схемой его включения. Усилитель содержит основной инвертирующий ОУ 1-DA1 и подключенный к его выходу дополнительный инвертирующий ОУ 1-DA2, имеющий коэффициент передачи, близкий к 1.

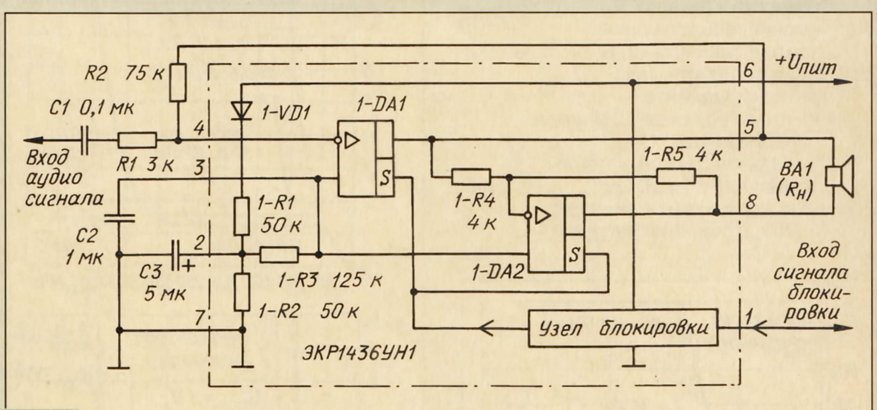


Рис. 2

В устройстве предусмотрена возможность переключения в режим пониженного энергопотребления. Для этого на вход блокировки подают напряжение, условно соответствующее высокому уровню, и выходы усилителя (выв. 5 и 8) переходят в высокоимпедансное состояние, а потребление тока резко уменьшается. Как только высокий уровень на входе блокировки сменится низким, усилитель возвращается в режим усиления. Эти оба режима иллюстрирует график, показанный на рис. 3. Кривые сняты при отсутствии входного сигнала и при отключенной нагрузке.

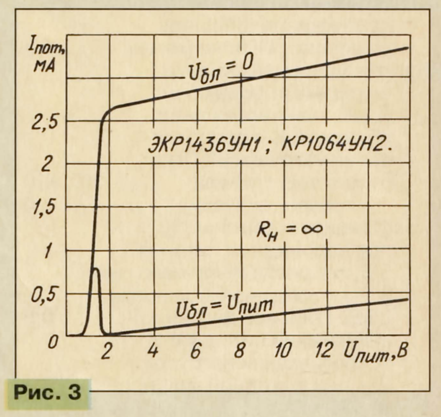


Рис. 3

Сопротивление входа блокировки относительно общего провода равно примерно 90 кОм. Если режим блокировки не используют, можно оставлять вывод 1 свободным, но лучше соединить его с общим проводом.

Конденсаторы С2 и С3 служат для подавления пульсаций на неинвертирующем входе операционных усилителей 1-DA1 и 1-DA2; С2 — подавляет в большей степени ВЧ составляющую, а С3 — НЧ. При питании усилителя ЗЧ от стабилизатора напряжения емкость конденсатора С3 допустимо уменьшить или вообще от него отказаться.

Коэффициент передачи $K_п$ усилителя зависит от соотношения значений сопротивления резисторов R1 и R2, образующих цепь ОС: $K_п=2R2/R1$. Сомножитель 2 в этой формуле обусловлен наличием ОУ 1-DA2.

Вывод 6 микросхемы соединяют с плюсовым проводом питания, а вывод 7 — с общим проводом.

Ррасс.max. = 0,7 вт (Токр.ср. = 70°С)

Основные технические характеристики УЗЧ

Сопротивление нагрузки, Ом . . . .8...100
Коэффициент передачи, дБ,
не менее, с разомкнутой петлей ОС на частоте не более 100 Гц 80
Потребляемый ток, мА,
не более,в рабочем режиме в отсутствие сигнала и нагрузки, при напряжении питания 3 В .4
Потребляемый ток, мкА,
не более,в режиме снижения мощности 100
Произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания (площадь усиления), МГц, не менее 1,5
Напряжение смещения на выходных выводах 5 и 8, мВ, при напряжении питания 6 В и сопротивлении нагрузки 32 Ом в отсутствие сигнала . . . . . .–30...+30
типовое значение 0
Коэффициент гармоник, %,
при напряжении питания 3 В, сопротивлении нагрузки 8 Ом и выходной мощности 20 мВт (типовое значение) 0,5
напряжении питания 6 В, сопротивлении нагрузки 32 Ом и выходной мощности 125 мВт . . . .≤1
типовое значение 0,5
напряжении питания 12 В, сопротивлении нагрузки 32 Ом и выходной мощности 200 мВт (типовое значение) 0,6

Предельные эксплуатационные значения характеристик

Напряжение питания, В . . . . .2...16
Ток нагрузки по выходам, мА 75
Напряжение высокого уровня на входе блокировки (выв. 1), В . . . . .2...$U_{пит}$
Напряжение низкого уровня на входе блокировки, В . . . . . 0...0,8
Выходная мощность, мВт,
при коэффициенте гармоник не более 10% и при напряжении питания 3 В,сопротивлении нагрузки 16 Ом 55
напряжении питания 6 В, сопротивлении нагрузки 32 Ом .250
напряжении питания 12 В, сопротивлении нагрузки 100 Ом 400
Температурный рабочий интервал,°С . . . .–20...+70

При указанных на схеме рис. 2 номиналах элементов цепи ОС в частотном интервале до 5 кГц усиление не менее 46 дБ ($К_п$ ≈ 200). Изменяя параметры цепи ОС, можно, как и для обычных ОУ, изменять коэффициент передачи и полосу пропускания.

Рассеиваемую микросхемой мощность определяют по формуле: $P_{рас} = U_{пит} \cdot I_{пот} + U_{пит} \cdot I_{н.д.} - R_н \cdot I_{н.д}^2$, где $I_{пот}$ определяют по графику, изображенному на рис. 3; $I_{н.д}$ — действующее значение тока нагрузки; $R_н$ — сопротивление нагрузки. Предельно допустимая рассеиваемая микросхемой мощность выражена соотношением $P_{рас\ max} = (140°C - T_{окр.ср})/R_{Т.к-с}$, где $R_{Т.к-с}$ — тепловое сопротивление корпус—окружающая среда. Для пластмассового прямоугольного корпуса $R_{Т.к-с}$=100 °С/Вт, корпус прибора, рассчитанного на поверхностный монтаж, имеет $R_{Т.к-с}$=180 °С/Вт.

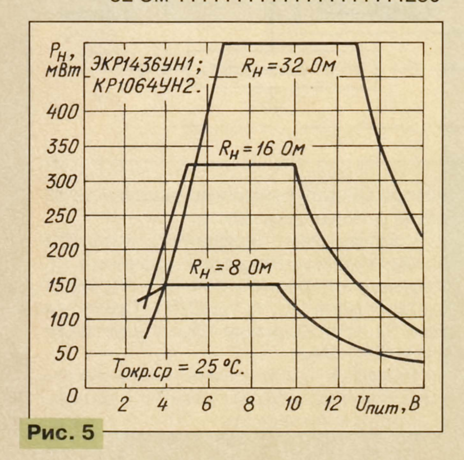
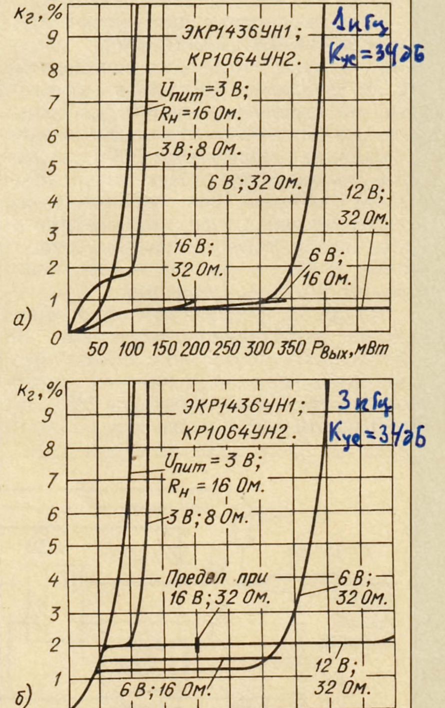


Рис. 5



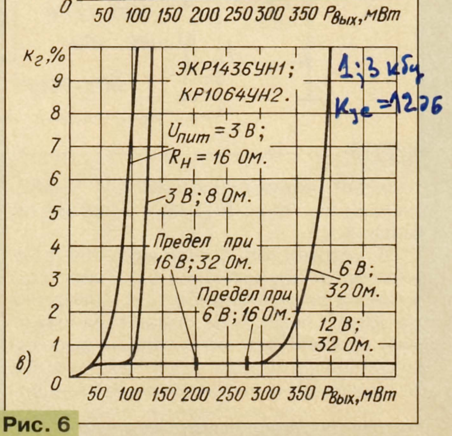


Рис. 6

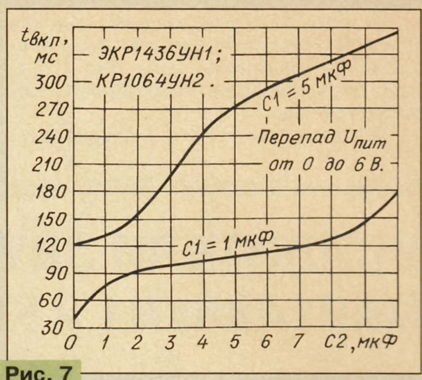


Рис. 7

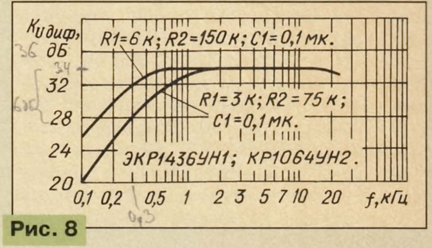


Рис. 8

На рис. 4,а—в показаны зависимости мощности, рассеиваемой микросхемой, от полезной мощности, выделяемой на нагрузке, при трех значениях сопротивления нагрузки, а на рис. 5 — зависимости максимальной допустимой мощности нагрузки от напряжения питания.

Зависимости коэффициента гармоник $к_г$ от выходной мощности для различных значений напряжения питания, сопротивления нагрузки, частоты входного сигнала и коэффициента усиления представлены на рис. 6,а—в. Рис. 6,а соответствует частоте 1 кГц и коэффициенту усиления 34 дБ, рис. 6,б — 3 кГц, 34 дБ, рис. 6,в — 1 и 3 кГц, 12 дБ.

Рис. 7 показывает, как зависит время включения усилителя при подаче напряжения питания от емкости конденсаторов С1 и С2. На рис. 8 изображены частотные характеристики усилителя при различных параметрах цепи ОС.

Как уже было указано, при подаче на вход блокировки напряжения высокого уровня усилитель переходит в микромощный режим, в котором его выходное сопротивление резко увеличивается. При низкоомной нагрузке (например, динамическая головка прямого излучения) в этом режиме микросхема практически выключена, сигнал на выход не проходит. Если же нагрузка имеет высокое сопротивление (вход другого усилителя, предположим), разница в прохождении сигнала может оказаться малоощутимой. Это обстоятельство необходимо иметь в виду в случаях, когда предполагается использовать режим блокировки для управления прохождением сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микросхемы для телефонии. Справочник. Вып. 1. — М.: Додека, 1994.
2. **Коломбет Е., Юркович К., Зодл Я.** Применение аналоговых микросхем. — М.: Радио и связь, 1990.

Материал подготовил Д. ТУРЧИНСКИЙ

(Окончание следует)

ФРУНЗЕ А. О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ЗВУЧАНИЯ АС. — РАДИО, 1992, № 12, с. 25 — 29.

Печатная плата устройства фильтрации и формирования отрицательного выходного сопротивления для трехполосного УМЗЧ.

Чертеж двусторонней печатной платы одного канала устройства изображен на рисунке (штриховыми линиями показаны печатные проводники со стороны установки деталей). Плата разработана читателем **С. Чепульским** из г. Киева (Украина). Кроме элементов собственно устройства, на ней размещены детали двуполярного стабилизатора напряжения питания, собранного по схеме блока питания УКУ "Радиотехника-020-стерео" (Пашуба Ю. "Радиотехника-020-стерео". — Радио, 1977, № 11, с. 38—42). Нумерация деталей стабилизатора продолжает нумерацию элементов устройства фильтрации с сохранением порядка возрастания по схеме, приведенной в упомянутой статье (т. е. резисторам R37—R44 соответствуют R1—R8 по схеме блока питания УКУ и т. д.).

Плата рассчитана на установку ОУ КР574УД1А (DA1) и К140УД6 (DA2—DA4), постоянных резисторов МЛТ, С5-16МВ (R34), конденсаторов К73-9 (С4, С8, С10, С18, С19), КСО-1 или КСО-2 (С7) и К73-17 (остальные). Подстроечные резисторы R24, R29 и R30 — СП3-38б, R36 — СП5-16ВА или СП3-44. В качестве DA1 и DA2—DA4 возможно применение соответственно ОУ КР544УД2Б и К140УД7, КР140УД608, КР140УД708. При использовании ОУ К574УД1А потребуется формовка выводов, так как "цоколевка" микросхем в металлостеклянном и пластмассовом корпусах не одинакова.

В стабилизаторе напряжения питания применены транзисторы КТ814А (VT4), КТ315Б (VT5), КТ361Г (VT6) и КТ815А (VT7). Номиналы резисторов R38 и R40 (соответственно R2 и R4 по схеме блока питания УКУ) увеличены до 1,2 кОм. Резисторы R42 и R43 (R6 и R7) подбирают на макетной плате до получения на выходе стабилизатора напряжений +15 и −15 В. На выходе стабилизатора установлены конденсаторы С20, С21 (К10У-5) емкостью 0,1 мкФ.

ЭКСПАНДЕР EX90 ДЛЯ ШУМОПОНИЖЕНИЯ. — РАДИО, 1996, № 8, с, 54, 55.

О замене диода 1N4148.

Отечественные аналоги 1N4148 — кремниевые диоды серий КД521, КД522 (а не КД121, КД122, как указано в примечании редакции).

АГАФОНОВ В. УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ЭКВИВАЛЕНТА ЛЯМБДА-ДИОДА. — РАДИО, 1997, № 8, с. 48, 49.

Неточность в формуле для расчета $r_д$.

Окончательная формула для расчета $r_д$ (с. 48, 3-я колонка, 3-й абзац снизу, последняя строка) должна выглядеть следующим образом: $r_д = -6R_0 = -6/S_{max}$.

БИРЮКОВ С. ПРОСТОЙ ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР. — РАДИО, 1997, № 1, с. 40, 41.

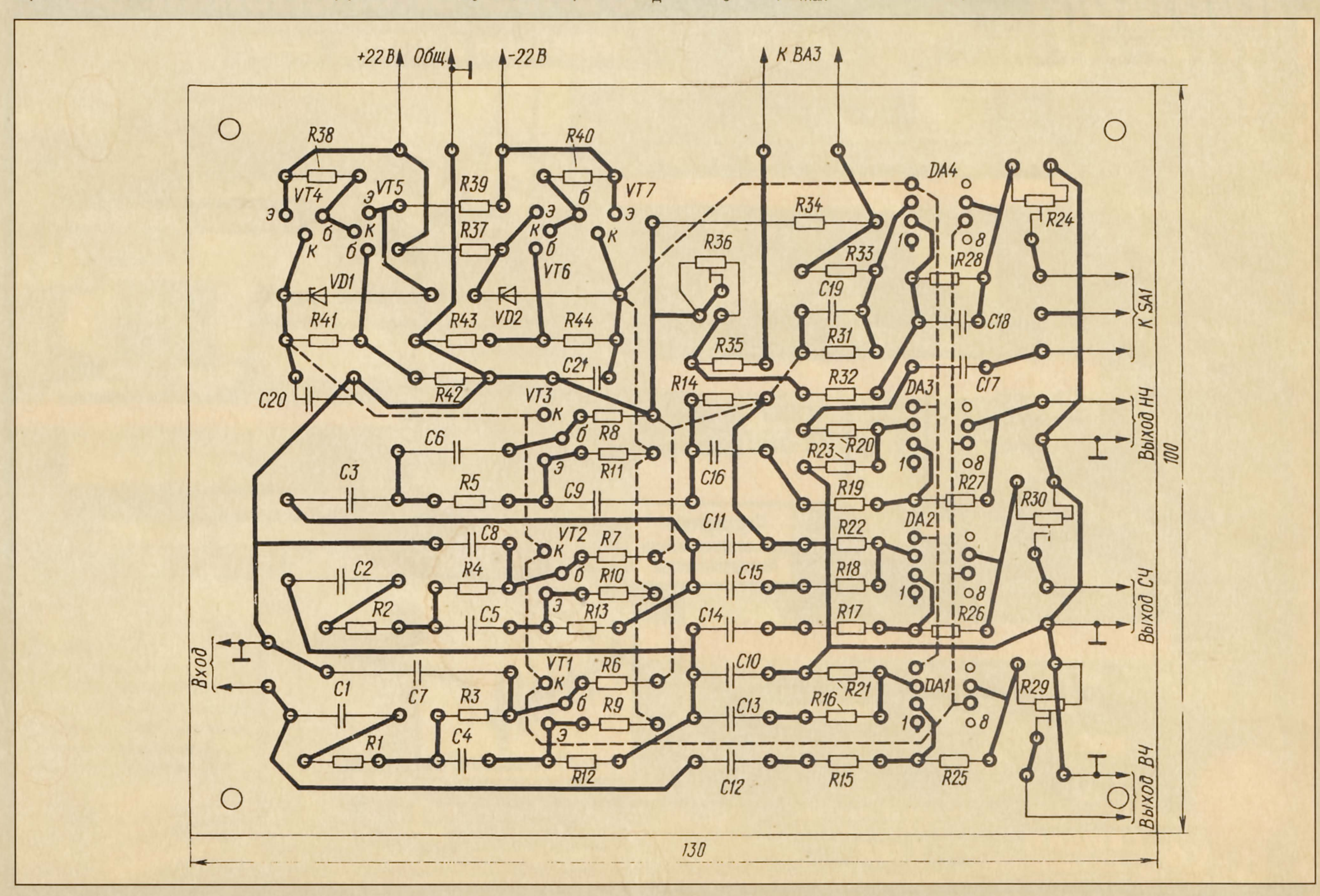
Об увеличении числа датчиков.

При необходимости число диодов-датчиков температуры (VD1) можно увеличить до N. Для этого потребуется переключатель на два направления и N положений и N подстроечных резисторов с номинальным сопротивлением, равным примерно 680N Ом. Одну из секций переключателя используют для коммутации диодов-датчиков: выводы их анодов соединяют с контактами переключателя, выводы катодов — с общим проводом, а переключающий контакт — с точкой соединения резисторов R3, R8 и конденсатора С4. Другой секцией переключают движки указанных подстроечных резисторов: их резистивные элементы соединяют параллельно и включают вместо R10, выводы движков соединяют с контактами переключателя, а его переключающий контакт — с конденсатором С3 и выводом 31 микросхемы DD2.

БИРЮКОВ С. ИЗМЕРИТЕЛЬ RCL. — РАДИО, 1996, № 3, с. 38—41.

Неточности в статье.

На принципиальной схеме измерителя (рис. 2 в статье) вывод 1 микросхемы DD10 и верхний (по схеме) вывод резистора R23 должны быть соединены с цепью питания +5 В. В описании налаживания прибора (с. 41, 1-я колонка, 16-я и 17-я строки снизу) вместо слов "На диапазоне 200 нФ резистором R24..." следует читать: "На диапазоне 200 нФ резистором R20..."




Редакционный совет:
Афанасьев Ю.А.
Гороховский А.В.
Громаков Ю.А.
Королев Н.М.
Крейнин Р.Б.
Кривошеев М.И.
Меккель А.М.
СВЯЗЬ
№5/МАЙ/1998
СРЕДСТВА И СПОСОБЫ
В НОМЕРЕ
Система спутниковой связи "ЯМАЛ"
Приоритеты в развитии ВОЛС
Интерактивная система кабельного телевидения
Конфликт на орбите
Доработки "АЛАН-100+"
Антенны бокового крепления
СВЯЗЬ ЭКСПОКОММ МОСКВА
10-я международная выставка
"СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА СВЯЗИ"
12–16 мая 1998 г.
Россия, Москва, выставочный комплекс на Красной Пресне

СИСТЕМА СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ ЯМАЛ

НАЗНАЧЕНИЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ

***Н. СЕВАСТЬЯНОВ**, генеральный директор ОАО "Газком",*
***А. ШЕСТАКОВ**, первый заместитель генерального директора,*
***Н. НАГОРНЫЙ**, заместитель генерального директора*

Почти два года назад читатели журнала "Радио" ознакомились с работами ОАО "Газком" по развертыванию системы спутниковой связи и вещания (СССВ) "Ямал" в интересах РАО "Газпром" (см. журнал в журнале "Связь: средства и способы" № 4 за 1996 г.). Ниже — рассказ о современном состоянии и перспективах СССВ "Ямал".

В последнее время стала очевидной возрастающая роль РАО "Газпром" в экономической и политической жизни нашей страны, ближнего зарубежья, да и всей Европы. Управление такой крупной компанией, как "Газпром", — сложная задача, требующая постоянного расширения сферы применения и совершенствования информационных технологий. Это важно для всех направлений деятельности "Газпрома": поиска и освоения новых месторождений, переработки и сбыта газа, непрерывного мониторинга и обслуживания трубопроводов, управления финансовыми и материально-техническими ресурсами предприятий и подразделений, расположенных от Заполярного Ямала до Западной Европы. И руководство компании с начала 90-х годов взяло курс на модернизацию и обновление на современной технической базе своей Сети технологической связи (СТС). Сеть связи РАО "Газпром" — одна из весьма крупных и разветвленных в России — включает в себя 78 тыс. км междугородных кабельных и радиорелейных линий, 540 узлов связи, миллионы каналокилометров. Развивают и обслуживают эту сеть более 7000 квалифицированных специалистов связи.

Одним из важнейших направлений модернизации Сети (наряду с совершенствованием проводных и радиорелейных линий) стало создание и развитие системы спутниковой связи и вещания "Ямал", которая уже сейчас удовлетворяет не только производственные потребности, но и социальные нужды вахтовиков и населения регионов газодобычи.

НА СССВ "Ямал" возлагаются следующие задачи:

— создание наложенной цифровой сети телефонной связи и высокоскоростной передачи данных с использованием современных программно-технических средств, поддерживающих большинство сетевых протоколов и интерфейсов, что позволит проводить внедрение новых методов управления компанией на всех уровнях одновременно с развитием производства и внедрением новой техники;

— обеспечение связью объектов РАО "Газпром" и новых газоконденсатных месторождений, имеющих сложные природно-геологические условия: Бованенковское и Харасавейское на полуострове Ямал, Штокмановское на шельфе Баренцева моря, Надым-Пур-Тазовское и Заполярное на севере Тюменской области, где строительство линий связи традиционными способами затруднено или экономически нецелесообразно;

— организация связи на начальных этапах строительства и эксплуатации трубопроводов, резервирование в дальнейшем наземных телекоммуникаций;

— трансляция теле- и радиовещания.

При развертывании сети "Ямал" в максимальной степени используются техно-экономические особенности спутниковой связи, такие как уменьшенные затраты на развертывание и эксплуатацию по сравнению с традиционными наземными средствами связи[1]; предоставление полного набора современных услуг, включая теле- и радиовещание; исключение арендуемых промежуточных участков в линиях связи РАО "Газпром"; построение всей сети на однотипных технических средствах.

Именно поэтому система спутниковой связи стала для "Газпрома" совершенно необходимым элементом корпоративной инфраструктуры и органично вписалась в нее при проведении модернизации Сети технологической связи.

ЗЕМНОЙ СЕГМЕНТ. Как правило, при построении земного сегмента корпоративных спутниковых сетей широко используется технология VSAT (Very Small Aperture Terminal — терминал с очень малой антенной). При этом применяются земные станции (ЗС) с антеннами диаметром до 2,5 м, устанавливаемыми вблизи рабочих мест пользователей. В мире применяется около 160 тыс. таких терминалов. Большинство крупных банков, производственных фирм, в том числе и газодобывающих, имеют корпоративные VSAT-сети. В России среди таких организаций, вкладывающих средства в развитие собственных выделенных сетей спутниковой связи, можно назвать РАО ЕС, МПС, Центробанк и Сбербанк РФ, ЛУКОЙЛ. Немаловажное преимущество систем VSAT — это установка терминалов на территории, контролируемой пользователем, что препятствует утечке информации.

Применение современных эффективных методов многократного использования частот, модуляции, сжатия, кодирования, статистической обработки и мультиплексирования позволяет приблизить спутниковые системы по пропускной способности к оптоволоконным. Спутниковая связь используется также и на магистральных линиях, хотя в последние годы их доля уменьшилась из-за бурного развития волоконно-оптических линий связи.

Развертывание земного сегмента "Ямал" идет опережающими темпами, и поэтому до ввода "Ямал-100" в эксплуатацию используется спутник "Горизонт-43" (точка стояния — 40° в. д.), но требующий применения земных антенн диаметром не менее 3,5 м.



Рис. 1. Расположение газовых месторождений, газопроводов и земных станций системы "Ямал"

[1] По данным ЦНИИС спутниковая связь становится более экономичной, чем наземные линии, начиная с расстояний в 100...150 км в России, и с 200...300 км в странах Европы.

После перехода на "Ямал-100" пропускная способность станций возрастет в 4–5 раз при той же мощности передатчика. А вновь вводимые абонентские ЗС в этом случае будут комплектоваться более компактными антеннами диаметром 1,5 м и более.

Бортовой ретрансляционный комплекс на спутниках "Ямал-100" будет работать в том же частотном С-диапазоне (4/6 ГГц), что и у "Горизонта-43". Выбран этот диапазон не случайно — именно он обеспечивает нормальное прохождение радиосигнала в широтах Заполярья.

Жизнь подтвердила правильность принятых технических решений. Ввод в эксплуатацию земных станций (рис. 1), а их теперь в системе "Ямал" более 50, позволил в кратчайшие сроки организовать надежную всепогодную связь с расположенными в западносибирской приполярной тундре промысловыми поселками и буровыми бригадами. Сейчас прямые спутниковые каналы связи с Москвой и центральным офисом РАО "Газпром" имеют все газпромовские предприятия. Благодаря земным станциям системы "Ямал" связисты северных подразделений РАО "Газпром" смогли отазаться от использования громоздких и малонадежных станций тропосферной связи.

Больше станций системы "Ямал" стало также и на юге России — новые ЗС появились, например, в Ставрополе и Махачкале. Четыре станции на черноморском побережье Кавказа связали через космос газовиков Западной Сибири с их приморскими здравницами.

Одновременно с расширением территорий, охваченных спутниковой связью, изменяются и сами станции, и набор предоставляемых с их помощью услуг. Одна из таких услуг — передача скоростных потоков цифровых данных, в первую очередь, между локальными компьютерными сетями дочерних предприятий РАО "Газпром".

В 1996 г. специалистами ОАО "Газпром" в интересах предприятий РАО "Газпром" были начаты работы по развертыванию и вводу в эксплуатацию одной из первых в СНГ высокоскоростной сети передачи данных, названной "Спутниковая базовая сеть передачи данных" (СБСПД). В качестве основных транспортных протоколов в этой сети используется современная технология "Ретрансляция кадров" (Frame Relay), которая становится в последние три года все более распространенной именно в корпоративных сетях. Ее особенности — эффективное использование существующих в России каналов связи с малыми полосами пропускания, оптимизация скоростей передачи данных в широком диапазоне, до 2 Мбит/с, возможность организации видеоконференцсвязи, новые алгоритмы сжатия голосовых сигналов, которые позволяют сузить полосу пропускания одного голосового канала с 64 до 4,8 кбит/с, т. е. через один канал Frame Relay на скорости 64 кбит/с (стандартная полоса для большинства ЗС типа VSAT) организовать 10–12 голосовых каналов.

ОАО "Газпром" стало одним из первых предприятий связи в России, которое использует эту технологию для голосовой связи — с 1996 г. в технологических целях, с лета 1997 г. — в качестве предоставляемой услуги для населения.

К 1997 г. СБСПД соединяла широкополосными (64–384 кбит/с) каналами узлы в Новом Уренгое, Ямбурге, Ухте, Надыме, Югорске (все четыре в Тюменской области), Москве, Королеве и Софии. В настоящее время сеть охватила также дочерние предприятия РАО "Газпром" в Астрахани, Ставрополе, Тюмени, Сургуте, Нижнем Новгороде. В 1998 г. в сети передачи данных будет уже 25 земных станций, что позволит подключить к сети все дочерние предприятия РАО "Газпром". СБСПД стала новой информационной транспортной средой, надежно связывающей предприятия и центральный офис РАО "Газпром" в единый производственный механизм и позволяющей поднять эффективность управления предприятиями компании на новый качественный уровень.

СБСПД должна стать составной частью проектируемой Единой ведомственной сети передачи данных, которая, в свою очередь, будет важнейшей частью Объединенной интегрированной информационно-управляющей системы (ОИИУС) РАО "Газпром". Эта система в перспективе объединит в единое информационное пространство локальные сети всех предприятий компании как "по вертикали" (с региональными узлами и центральным офисом "Газпрома" в Москве), так и "по горизонтали" (между собой).

На рис. 2 показана структурная схема системы "Ямал".

Основой спутникового сегмента ОИИУС по мере расширения сферы ее применения станет использование станций VSAT и технологии AA/TDMA — многостанционного доступа с временным разделением каналов, допускающим работу через спутник десятков земных станций на одной несущей частоте. Число таких станций после развертывания в РАО "Газпром" ОИИУС достигнет уже нескольких сотен.

Благодаря опыту, накопленному при развертывании спутниковой базовой сети передачи данных, ОАО "Газком" удалось на конкурсной основе получить крупный и очень ответственный заказ на создание сети спутниковой связи и передачи данных для системы связи и телекоммуникаций "Межрегиональной компании по реализации газа".

"Газкому" предстоит развернуть сеть из 60 земных станций спутниковой связи и передачи данных с использованием технологии ISDN (Integrated Servicesz Digital Network). Технология ISDN, получившая в мире особенно широкое распространение после 1993 г., позволяет в рамках сети предоставить целый набор услуг: передачу голоса, данных и видеоизображений, а также доступ к многочисленным сетевым приложениям, включая Internet. По окончании этих работ "Межрегионгаз" получит в свое распоряжение одну из самых первых и крупных в России сетей, целиком построенных на спутниковых каналах с использованием технологий Frame Relay и ISDN.

Возможности сети передачи данных начал также использовать Газпромбанк для своей платежной системы. Теперь информация от банкоматов, установленных в западносибирских филиалах банка, немедленно передается в его московский центральный офис.

Одна из основных задач ОАО "Газпром" — создание технического комплекса и организация цифрового телевидения с использованием возможностей системы "Ямал". Задача комплекса — трансляция служебной ТВ-программы РАО "Газпром", передач телерадиокомпании "Прометей" (созданной РАО "Газпром"), а также общероссийских телепрограмм.

Как и вся сеть связи "Ямал", система спутникового цифрового телевидения будет работать в С-диапазоне по принципу фиксированной спутниковой службы — ФСС (Fixed Satellite Services-FSS) и до ввода в эксплуатацию ИСЗ "Ямал-100" будет использовать арендуемый ретранслятор "Горизонта-43".

Прием программ спутникового цифрового телевидения будет осуществляться на земные станции спутниковой связи сети "Ямал", а также на вновь создаваемые (по необходимости) специализированные земные станции спутникового телевидения с последующей ретрансляцией принятых телепрограмм местными средствами эфирного вещания и кабельными сетями, которые по классификации Международного союза электросвязи относятся к системам вторичного распределения типа Seconday distribution.



Рис. 2. Структурная схема системы "Ямал":

Концепция системы спутникового цифрового телевидения ОАО "Газпром" отвечает основным требованиям международной организации цифрового телевизионного вещания DVB (Digital Video Broadcasting) и объединяет технологии вещательного телевидения, спутниковой связи и высокоэффективного цифрового сжатия изображения и звука по стандарту MPEG-2.


Рис. 3. Спутник "Ямал-100" в сборочном цехе

Основными преимуществами цифрового сжатия является возможность одновременной высококачественной передачи через один ствол (транспондер) нескольких телевизионных программ, а не одной, как это имеет место при аналоговой передаче. Следствие этого — более эффективное использование спутникового ресурса и резкое снижение удельных затрат на передачу каждой программы. Другими достоинствами являются возможность многократной ретрансляции цифровых телевизионных программ практически без потери качества и возможность защиты от несанкционированного приема.

К достоинствам стандарта MPEG-2 следует отнести и его гибкость, которая дает возможность плавно изменять скорость передачи цифровой информации в канале связи при соответствующем изменении качества декодированного изображения. При этом происходит адаптация канала к требованиям конкретного потребителя и к пропускной способности канала связи. Кроме того, цифровая передача телевизионных сигналов через спутниковый канал связи характеризуется существенно меньшими требованиями к выходной мощности передающей земной станции по сравнению с традиционными аналоговыми методами.

С весны 1997 г. АО "Газпром" является ассоциированным членом (единственным официальным представителем со стороны Российской Федерации) Европейской организации по цифровому телевизионному вещанию DVB , занимающейся вопросами координации и внедрения полностью цифрового телевизионного вещания на Европейском континенте. Участие ОАО "Газпром" в этой международной организации помогает ускорить создание в России системы спутникового цифрового телевидения по международным стандартам.

Важнейшей характеристикой создаваемой системы спутникового цифрового телевидения является открытый характер ее архитектуры, что позволяет естественным образом поэтапно наращивать возможности системы как в части объема предоставляемых услуг, так и в части числа абонентов и пользователей системы.


Рис. 4. Спутник "Ямал-200"

КОСМИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ. Несколько слов о космическом сегменте сети "Ямал" , основу которого составят два спутника связи нового поколения "Ямал-100" (рис. 3). Выбор РАО "Газпром" именно отечественных спутников является его принципиальной политикой, направленной на последовательное развитие российских высоких технологий. Спутники успешно прошли наземную отработку, и в настоящее время в цехах Ракетного космического концерна "Энергия" уже проводятся испытания собранных штатных изделий.

Центр управления полетом и земная станция комплекса управления смонтированы на территории РКК "Энергия" в подмосковном г. Королеве. В новом ЦУПе ведется подготовка персонала для управления спутниками.

В Российском космическом агентстве в марте 1998 г. подведены итоги конкурса проектов геостационарных спутников для федеральной фиксированной системы связи. Комиссия единогласно одобрила проект "Российские спутники связи нового поколения серии "Ямал", представленный РКК "Энергия", ОАО "Газком" и РАО "Газпром" совместно с Газпромбанком. Этот проект предполагает изготовление и вывод на орбиту двух спутников "Ямал-200" и двух "Ямал-300" (рис. 4 и 5), разработанных на основе спутников "Ямал-100". Основные параметры спутников "Ямал" приведены в таблице. (Одновременно конкурсной комиссией одобрен также проект "Тройка", представленный красноярским НПО прикладной механики совместно с французскими фирмами Aerospatiale и Alcatel).

Сильными сторонами проекта "Российские спутники связи нового поколения серии "Ямал" является кооперация отечественных предприятий и использование новейших российских технологий, разработанных в ходе постройки "Ямалов-100", а также широкое привлечение российских инвесторов. Проект предусматривает внебюджетное финансирование изготовления спутников. Средства выведения ракеты-носителя "Протон", запуск спутников на геостационарную орбиту обеспечивает Российское космическое агентство. Орбитальные позиции для спутников на геостационарной орбите выделяет Госкомсвязи РФ. Возврат средств инвесторам будет обеспечен за счет продаж части спутникового частотного ресурса.


Рис. 5. Спутник "Ямал-300"

Итоги этого конкурса показывают, что в России завершилась выработка государственной политики в области спутниковой связи, являющейся для нашей страны важным средством сохранения единого информационного пространства.

Основную роль в этом сыграли Российское космическое агентство и Госкомсвязи РФ, которые выступили инициаторами конкурса, привлекли к работе в Комиссии ведущих российских специалистов по спутниковой связи, смогли реально создать обстановку творческой конкуренции между его участниками, обеспечили всестороннюю объективную оценку представленных проектов. Это должно позволить России решить основные задачи развития спутниковой связи и телевещания на срок до 2010 г.

Будущие "Ямалы" будут иметь технико-экономические характеристики на уровне самых современных западных аналогов. Так, на новых спутниках число транспондеров составит: 44 — у "Ямала-200" и 46 — у "Ямала-300", а электрическая мощность полезных нагрузок — соответственно 6 и 8 кВт. Совместно со спутниками "Экспресс-К" производства НПО ПМ они станут достойной заменой "Горизонтам" и "Экспрессам", несущим сейчас основную нагрузку по обеспечению фиксированной спутниковой связи и вещания Российской Федерации.

Результаты конкурса стали признанием высокого уровня технологий, созданных при разработке спутников серии "Ямал", а также показали, что развитие сети "Ямал" выходит за ведомственные рамки и начинает приобретать общероссийские масштабы.

Параметр	"Ямал-100"	"Ямал-200"	"Ямал-300"
Количество транспондеров	10 С-диапазона	28 С-диапазона и 16 Ku диапазона	28 С-диапазона и 18 Ku диапазона
Мощность полезной нагрузки, Вт	1300	6000	8000
ЭИИМ, дБВт	40 (С-диапазон)	37...42 (С-диапазон) 47 (Ku диапазон)	37...42 (С-диапазон) 49 (Ku диапазон)
Срок активного существования, лет	10	Не менее 12	15
Масса, кг	1300	6000	8000
Ракета-носитель	"Протон-К"	"Протон-К"	"Протон-К"
Диаметр антенн абонентских терминалов	С-диапазон: 2,5 (стационарные) 0,6 (носимые)	С-диапазон: 2,5 — связь; 1-1,5 — прием ТВ Ku диапазон: 1,5 — связь; 0,8-1,2 – прием ТВ	С-диапазон: 2,5 — связь; 1-1,5 — прием ТВ Ku диапазон: 1,5 — связь; 0,7-0,9 — прием ТВ

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ ОПТИКО-КОАКСИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ HIRSCHMANN



С. ПЕСКОВ, В. ТАЦЕНКО, А. ШИШОВ, г. Москва

Анализ принципов построения современных систем кабельного телевидения показывает одно из главных направлений их развития — объединение и укрупнение разрозненных мелких сетей с одновременным увеличением числа транслируемых каналов и предоставлением абонентам, кроме транслирования ТВ программ, других информационных услуг: подключение к телефонной сети и системам передачи данных, выход в Интернет и ряд других. Все это, естественно, ведет к расширению спектра частот, занимаемого в сети передаваемыми сигналами. При этом необходимость обеспечения у абонента высокого качества информационного сигнала предъявляет соответствующие требования к головному, магистральному и абонентскому оборудованию.

Если при решении этих задач ориентироваться на традиционную среду для передачи сигналов от головной станции к абонентам — коаксиальный кабель, то все эти потребности практически можно реализовать, только затратив очень значительные средства.

Кроме того, расширение полосы транслируемых частот (увеличение числа каналов) требует применения магистральных усилителей с повышенным динамическим диапазоном (т. е. меньшим коэффициентом усиления при заданном уровне выходного напряжения). Снижение же коэффициента усиления каскадно включенных усилителей вызывает увеличение их числа, что приводит к снижению конечного отношения сигнал/шум. В дополнение к этому уменьшение отношения сигнал/шум происходит за счет накопления по магистрали интерференционных продуктов. В силу этого максимальное число последовательно включенных магистральных усилителей не может превышать определенного числа (обычно не более 7–9), определяемого динамическим диапазоном конкретного типа усилителей. Соответственно этим ограничивается и возможная длина магистрали, что, в свою очередь, приводит к необходимости увеличивать количество головных станций, обслуживающих определенное число абонентов. Если учесть, что стоимость одного канала головной станции 2-го класса составляет порядка 1–1,5 тыс. долл. США, становится ясно, что увеличение числа каналов, кроме чисто технических, приводит и к финансовым проблемам.

Решение одно — замена магистрального коаксиального электрического кабеля волоконно-оптическим. Именно по этому пути идет большинство стран Европы, США и Япония. Преобразование сводится к следующему:

— разрозненные сети кабельного телевидения укрупняются, образуя интегральные системы кабельного телевидения;

— основой системы кабельного телевидения служит головная станция 1-го класса, обеспечивающая трансляцию в кабельную сеть как ТВ сигналов всех видов (спутниковых, эфирных), так и радиопрограмм (в том числе и стерео);

— основными транспортными магистралями системы являются волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) с высокой пропускной способностью, обеспечивающие передачу сигналов всех видов (аналоговых и цифровых) от головной станции к местам компактного проживания или работы абонентов системы;

— абонентам системы предоставляются самые различные услуги интерактивного сервиса (телефонная, телексная связь, возможность выхода в Интернет и другие виды связи), что обеспечивается соответствующим выбором головного, магистрального и абонентского оборудования сети, а также, в первую очередь, наличием широкополосного реверсного (обратного) канала и необходимыми конечными терминалами;

— головная станция имеет встроенное оборудование системного мониторинга и менеджмента системы.

Руководствуясь этими принципами, немецкая фирма HIRSCHMANN начала выпуск оборудования для построения интегральной интерактивной комбинированной (коаксиально-оптической) системы кабельного телевидения — OptiCaT (Optical Cable Trunk). Такая система практически полностью решает задачу охвата большого количества абонентов (свыше нескольких сотен тысяч) всеми видами информационных услуг, включая телевидение и телефонную связь, а также передачу данных в аналоговой и цифровой форме в двух направлениях. При этом затраты на развертывание такой сети значительно меньше, чем при использовании коаксиальных кабелей и установке многочисленных головных станций в микрорайонах.

Основой этой системы является головная станция (ГС) KARIN, которая устанавливается одна на 100 000–200 000 абонентов. Основное ее назначение — сформировать такой выходной сигнал, чтобы после передачи по магистральным, внутрирайонным, домовым и абонентским линиям его качество удовлетворяло всем жестким требованиям европейских стандартов. Достаточно сказать, что отношение сигнал/шум на выходе ТВ конвертера станции превышает 70 дБ. Такого качества выходного сигнала не имеет ни одна из головных станций, выпускаемых европейскими фирмами, производящими аналогичное оборудование. Головная станция KARIN обеспечивает прием со спутников ТВ сигналов всех видов, в том числе в стандартах MPEG и D2-MAC, прием спутниковых программ DSR (Digital Satellite Radio), ТВ сигналов наземного телевизионного вещания, FM и AM радиопрограмм. Она может быть укомплектована интерфейсами для выхода в телефонную сеть и сети передачи данных.

Головная станция KARIN не имеет жесткой конфигурации и в зависимости от потребностей заказчика может комплектоваться самыми различными блоками. Один из возможных вариантов ее компоновки показан на рис. 1. Все блоки станции, в том числе оптические приемники и передатчики, монтируются в стандартную 19" стойку. В полной комплектации станция позволяет осуществлять прием и трансляцию в кабельную сеть:

— программ местных телецентров в стандартах PAL, SECAM, NTSC;

— программ цифрового телевизионного вещания, аналоговых спутниковых программ, в том числе со звуковым стереосопровождением;

— цифровых спутниковых программ в стандартах D2-MAC и MPEG, программ спутникового цифрового радио, AM-FM программ радиовещания;

— программ студий кабельного телевидения.

Оборудование станции обеспечивает выход в телефонную сеть и аналого-цифровые сети передачи данных для предоставления абонентам системы OptiCaT услуг интерактивного сервиса. Станция имеет встроенную систему мониторинга, контролирующую состояние ее основных блоков, магистральных усилителей и оконечных оптических приемников и передатчиков. Она комплектуется резервными каналами, находящимися в состоянии горячего резерва. Автоматическое переключение за менее 0,4 мс может осуществляться как по промежуточной частоте, так и по A/V сигналам.

В составе станции можно выделить несколько основных функциональных трактов, конструктивно формируемых из отдельных блоков. На этом же рис. 1 показана структура основных трактов головной станции KARIN, раскрывающая ее функциональные возможности. К числу таких трактов следует отнести:

— спутниковый приемник DBV (Digital Video Broadcasting) — приемник цифровых спутниковых программ;

— приемник спутникового телевизионного вещания (СТВ);

— приемник наземного телевизионного вещания;

— модулятор для трансляции ТВ программ кабельных студий;

— приемник аналоговых спутниковых радиопрограмм;

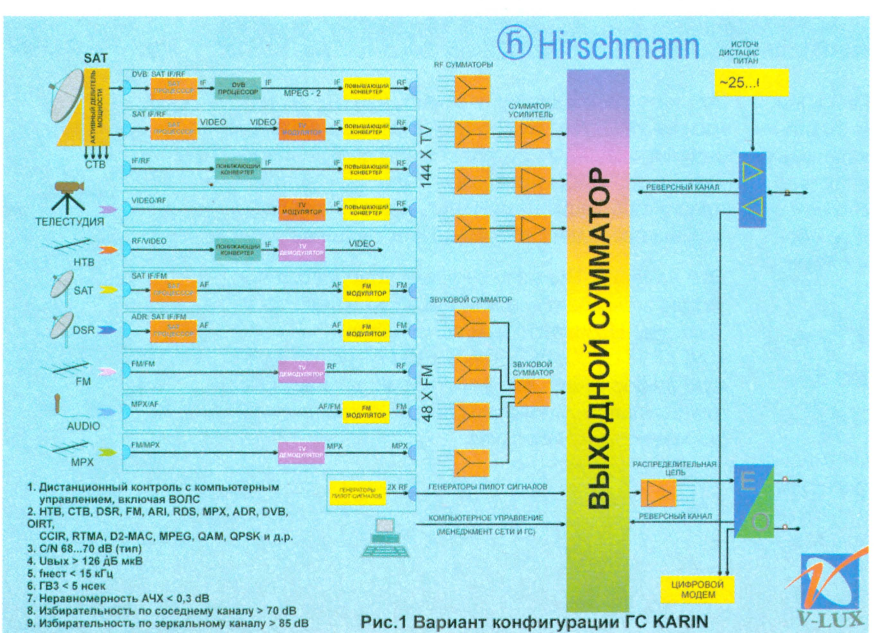


Рис.1 Вариант конфигурации ГС KARIN

— приемник программ DSR спутникового цифрового радио;

— приемник радиопрограмм FM;

— активные радиочастотные выходные сумматоры.

Станция может работать как на волоконно-оптический, так и на обычный коаксиальный кабель. В последнем случае активный оконечный сумматор формирует групповой сигнал с уровнем 126 дБ/мВ. Полностью укомплектованная станция потенциально позволяет сформировать 144 ТВ канала и 48 каналов FM-радио.

Кроме основных блоков, в состав станции входят активные входные спутниковые делители сигнала, блок контроля и управления резервными каналами, генераторы пилот-сигналов, модуль мониторинга состояния станции и оборудования сети, источники питания и др.

Из всех параметров станции достаточно отметить только два, характеризующих ее уникальные технические характеристики, — это отношение сигнал/шум на выходе ТВ конвертера непосредственного телевизионного вещания — свыше 70 дБ и избирательность по соседнему каналу — не менее 100 дБ. Если к этому добавить, что станция может обрабатывать сигналы в стандартах OIRT, CCIR, RTMA, D2-MAC, HD-MAC и др., малую неравномерность АЧХ (≤0,3 дБ) и малое групповое время задержки (≤15 нс), то можно получить представление о ее высоких возможностях. Модуль мониторинга обеспечивает подключение внешнего компьютера, работающего в оболочке Windows и позволяющего выводить информацию о состоянии всех активных элементов сети, в первую очередь, оптических передатчиков и приемников, с индикацией входных и выходных уровней сигналов. При этом рабочее место оператора может быть удалено от самой станции на значительное расстояние.

Если станция работает на волоконно-оптическую магистраль, в ее состав входят оптические приемники и передатчики. В станции монтируются два типа передатчиков: OTS 600–... и OTS 800–... Первый тип имеет рабочий диапазон частот 47...606 МГц, второй — 47...862 МГц. Передатчики конструктивно выполнены в виде блоков, предназначенных для установки в стандартную 19" стойку. Внешний вид оптического передатчика, встраиваемого в станцию, показан на рис. 2. На передней панели установлен выходной оптический разъем и размещены индикаторы работоспособности блоков и органы регулировки. Все радиочастотные разъемы монтируются на задней панели. В системе OptiCaT используются оптические приемники двух основных типов: ORS... и ORO... Приемники типа ORS... устанавливаются в 19" стойки и взаимодействуют непосредственно с головной станцией KARIN. Приемники типа ORO... имеют герметичное исполнение по классу IP65 (повышенная пыле - и влагозащищенность), возможность дистанционного электропитания по кабелю от радиочастотного выхода и способность работать вне зависимости от наличия ГС KARIN с дистанционным контролем и управлением с помощью внешнего персонального компьютера. Приемники обоих типов имеют контрольные разъемы для измерения уровня выходной оптической мощности в прямом и реверсном каналах. Кроме того, на передней панели приемников обоих типов имеются светодиодные индикаторы контроля уровня принимаемой оптической мощности, наличия радиочастотного сигнала, неисправности в данном канале, функционирования генератора пилот-сигнала, функционирования системы дистанционного контроля.



Рис. 2. Оптический передатчик

Рабочая длина волны передатчиков — 1,31 мкм. Уровень выходной оптической мощности составляет от 5 до 17 мВт. Диапазон спектральной чувствительности приемников составляет 1,2...1,6 мкм, а оптический передатчик-приемник может обеспечить трансляцию 42 телевизионных каналов без включения усилителей в магистрали длиной 50 км по кабелю с потерями 0,35 дБ/км.

Необходимо отметить высокое качество полупроводниковых излучателей и удачные схемные решения модуляторов, используемых в передатчиках. Обеспечить передачу аналогового сигнала в полосе почти 900 МГц с такой высокой степенью линейности — достаточно сложная инженерная задача, и решена она специалистами фирмы HIRSCHMANN с блеском. То же самое можно сказать и в отношении оптических приемников. Тот, кто был занят проектированием широкополосных аналоговых приемников, знает, как трудно получить равномерную АЧХ в диапазоне от 10 до 900 МГц, сохранив при этом достаточно высокую чувствительность.

Основная идея, положенная в формирование топологии системы OptiaT, — использование оптического кабеля при сооружении магистрали и выполнение коаксиальным кабелем домовой (при необходимости внутримикрорайонной) разводки. Внутри скопления абонентов устанавливаются оптические приемники, играющие роль ГС второго класса (районных ГС), но дешевле их более чем на порядок.

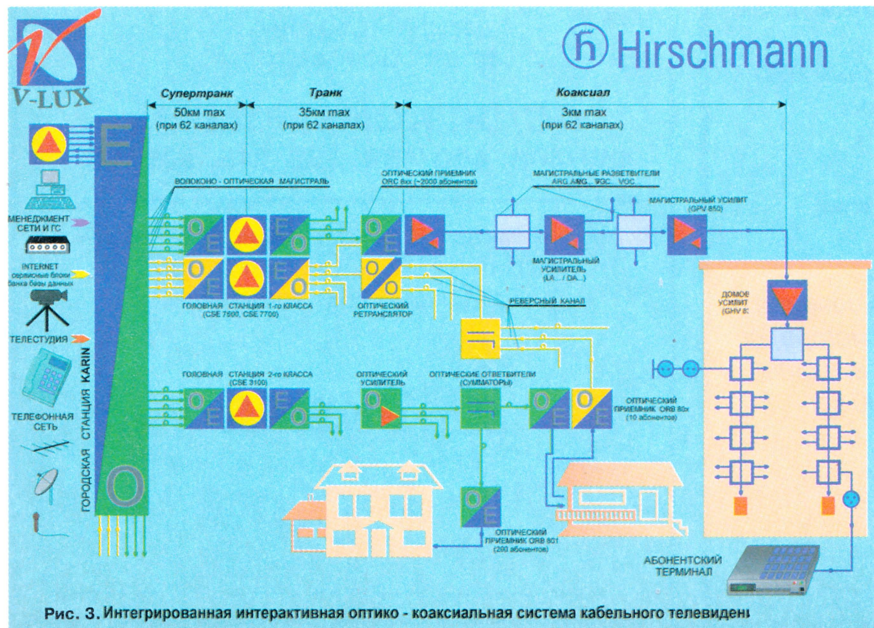


Рис. 3. Интегрированная интерактивная оптико - коаксиальная система кабельного телевидени

Один из возможных вариантов построения такой гибридной системы показан на рис. 3. ГС KARIN, по возможности, устанавливается в центре обслуживаемого района (города). Магистральные волоконно-оптические линии идут от нее по звездообразно-древовидной схеме, в зависимости от плотности застройки на том или ином участке. От оптической магистрали сигнал с помощью оптических ответвителей отводится к массивам зданий с большим числом абонентов. Но при необходимости это может быть даже небольшое, отдельно стоящее здание, в котором устанавливается экономичный оптический приемник, рассчитанный на работу с небольшим числом абонентов.

Кроме ГС KARIN, в состав системы могут входить головные станции второго класса типа CSE 7500 или CSE 7700, магистральные оптические приемники и передатчики, домовые оптические приемники, рассчитанные на работу с небольшим числом абонентов, магистральные радиочастотные усилители, а при необходимости — оптические усилители и ответвители. ГС второго класса разворачиваются в местах прохождения магистрали через крупные микрорайоны с большим числом абонентов (10–15 тысяч). Магистральные радиочастотные усилители устанавливаются перед входами в крупные здания. Оптические ответвители и домовые оптические приемники используются в тех случаях, когда необходимо сделать отвод от оптической магистрали к небольшой группе абонентов (100–200 абонентов).

Важная особенность построения системы OptiCaT — наличие реверсного канала передачи информации от абонента к ГС, который в домовой сети организуется по тому же коаксиальному кабелю, что и прямой канал, а в магистрали — по отдельному оптическому волокну. Поэтому в состав станции входят передатчики основной информации и приемники реверсного канала. На другом конце оптической магистрали, в жилых массивах, устанавливаются информационные приемники и передатчики реверсного канала.

Расчеты показывают, что при трансляции 60 ТВ каналов к одному оптическому приемнику может быть подключено до 2–2,5 тыс. абонентов. Отношение сигнал/шум на выходе оптического приемника >55 дБ при максимальном выходном уровне 108 дБ/мВ *.

В свою очередь, один оптический передатчик может быть нагружен на 5–6 оптических приемников.

Одно из главных достоинств системы OptiCaT, разработанной фирмой HIRSCHMANN, — наличие в ГС KARIN встроенной системы контроля (мониторинга) как самой станции, так и всех основных элементов системы: оптических передатчиков, оптических приемников и магистральных усилителей. Для этого в состав станции введен генератор пилот-сигнала, а на периферии системы имеются передатчики реверсного канала, по которому, наряду с информацией от абонентов (аналоговой или цифровой), передается внутрисистемная информация о состоянии всех оптических модулей. Частотный диапазон обратного канала расширен по сравнению с обычным (5...30 МГц) до 60 МГц, что позволяет увеличить объем информации, передаваемой от абонентов к ГС. Проверка функционирования станции и всей системы в целом (включая OptiCaT и магистральные усилители) проводится с помощью внешнего компьютера, подключаемого через специальный интерфейс. При необходимости состояние оптических передатчиков и приемников, находящихся вне станции, может быть проверено путем подключения измерительных приборов через специальные оптические и радиочастотные разъемы.

* Приблизительно такие параметры сигнала может обеспечить ГС третьего класса типа CSE 3100 фирмы HIRSCHMANN. Но для формирования с ее помощью 60 ТВ каналов потребуется, как минимум, шесть комплектов таких станций. Их стоимость более чем в 10 раз выше стоимости одного оптического приемника.

Для обеспечения бесперебойной работы системы в состав ГС KARIN входит комплект резервных блоков одного канала, который автоматически по сигналу от станции включается в сеть, как только система мониторинга обнаружит отклонение от нормы параметров одного из основных каналов.

Экономическая целесообразность развертывания системы подобного типа вытекает из сравнения стоимости магистралей (например, длиной 3 км), проложенных с использованием оптического и коаксиального кабелей, предназначенных для передачи 42 ТВ каналов. Оказывается, что стоимость последней примерно в два раза выше. Современный оптический кабель с четырьмя парами лишь в 2–2,5 раза дороже коаксиального кабеля с погонными потерями 0,06 дБ/м на частоте 860 МГц. Но зато на линии придется установить, как минимум, семь магистральных усилителей, стоимость каждого из которых в 3–4 раза выше стоимости оптического кабеля на участке ретрансляции. А при увеличении длины магистрали передать сигнал без искажений по коаксиальному кабелю с таким числом каналов будет просто невозможно.

Мажоритарная оценка стоимости системы OptiCaT фирмы HIRSCHMANN для сети на 200 000–300 000 абонентов при трансляции 42 ТВ каналов и организации интерактивного сервиса показывает, что она примерно в 2–3 раза меньше, чем стоимость такой же системы, построенной с использованием коаксиальных кабелей.

Стоимость оборудования базовой сети из расчета на одного абонента составляет ориентировочно 40–60 долл. США, а с учетом работ по монтажу обычно не превышает 120–150 долл.

При разработке оборудования системы OptiCaR фирма HIRSCHMANN исходила из того, что в будущем доля прибыли владельцев и операторов таких крупных систем за счет предоставления услуг интерактивного сервиса будет значительно превышать долю от трансляции телевизионных программ.

В настоящее время система OptiCaT построена в Вене (Австрия). Это крупнейшая в мире частная кабельная сеть "Telekabel", обслуживающая 400 000 абонентов. В ее состав входит несколько ГС KARIN. Аналогичные системы работают в Дрездене (200 000 абонентов), Софии (320 000 абонентов), Будапеште (60 000 абонентов) и ряде других городов. Все они предоставляют услуги интерактивного сервиса и имеют каналы дистанционного автоматического контроля. Встроенная многофункциональная аппаратура мониторинга делает интегральные гибридные (оптико-коаксиальные) системы OptiCaT фирмы HIRSCHMANN высоконадежными.

И еще один важный момент. Используемая фирмой HIRSCHMANN концепция и разработанное на ее основе оборудование позволяют осуществлять поэтапное строительство системы, ориентируясь на средства, имеющиеся в наличии в настоящий момент. Причем можно начать с монтажа абонентского оборудования с реверсным каналом в новом строящемся доме в новом микрорайоне и одновременно осуществлять поканальный ввод в эксплуатацию головной станции KARIN (при этом не обязательно приобретать оборудование для всех 42 или 60 каналов сразу), а затем вести прокладку оптической магистрали между головной станцией и крупным жилым массивом.

Изложенные в данной статье принципы построения крупных телевизионных кабельных сетей — не фантазия и не "прожекты". Головная станция KARIN уже смонтирована и больше года работает в Тольятти. Оптические ТВ магистрали проложены в Сарове Нижегородской области и Астрахани. Челябинск, Саратов, Астрахань модернизируют свои ТВ кабельные сети на основе оборудования фирмы HIRSCHMANN, используя ГС KARIN как базовую станцию системы с комбинированными магистралями — оптико-коаксиальными. И к примеру, астраханцы уже сейчас могут смотреть 14 ТВ программ — больше, чем москвичи.

Одним из самых активных пропагандистов идеи интерактивных оптико-коаксиальных ТВ сетей является московская фирма "В-Люкс". Находится она в самом центре Москвы, на Старом Арбате — прямо напротив театра Вахтангова. Вот уже почти десять лет она поставляет на российский рынок оборудование для систем спутникового и кабельного телевидения. Начиналось с малого — установки индивидуальных спутниковых систем. Старожилы до сих пор помнят, как продавали и монтировали первую головную станцию CSE 3000. А сейчас, наверное, нет в России ни одного крупного кабельного оператора, не знакомого с этой фирмой и поставляемой ею продукцией — в первую очередь, оборудованием концерна HIRSCHMANN. Его достоинства успели оценить специалисты сетей кабельного телевидения во многих регионах России. В настоящее время закончена сертификация, и все оборудование производства фирмы HIRSCHMANN теперь имеет сертификат Государственного комитета по связи и информатизации РФ.

ЗАО "В-Люкс" выполняет также большой объем монтажных работ, причем проекты разрабатывают его специалисты. Гарантия качества проектов — лицензия Федерального лицензионного центра на проектирование. *Поэтому мы обращаемся к руководителям администраций городов и операторам сетей кабельного телевидения, крупных и мелких. Если вы задумали их реконструкцию, звоните по телефонам (095): 248-04-10, 248-10-84, 241-32-14. Вам всегда помогут. Вы сможете заказать и закупить оборудование и для одного коттеджа, и для крупной кабельной сети целого города.* ■

КОНФЛИКТ НА ОРБИТЕ

В. АЛЕКСАНДРОВ, заместитель начальника Главгоссвязьнадзора России,
Л. РОГОЗИН, начальник подотдела международной координации спутниковых сетей

В конце сентября 1995 г. операторы земной станции "Москва" российской спутниковой сети STATSIONAR-20 сообщили о падении качества передачи в четырех частотных стволах до недопустимо низкого уровня. Проверки оборудования передающей и приемной станций, а также ретранслятора показали, что оно технически исправно. Последующий анализ показал, что причиной ухудшения качества передачи являются радиопомехи, проникающие в тракт приема земной станции через ее антенну. Чисто теоретически источниками таких помех могут быть передатчики станций наземных радиослужб (например, радиорелейных станций прямой видимости) или космических станций других спутниковых сетей. Однако частотные присвоения земной станции "Москва" были уже давно скоординированы * с наземными радиослужбами России, а частотные присвоения спутниковой сети STATSIONAR-20 прошли процедуру международной координации, были зарегистрированы в Международном союзе электросвязи (МСЭ) и введены в эксплуатацию в 1990 г. Таким образом, радиопомехи принципиально исключались. И все-таки они были.

Все говорило о том, что электромагнитная обстановка, в которой в течение ряда лет успешно функционировала сеть STATSIONAR-20, в сентябре 1995 г. неожиданно изменилась — появился какой-то неизвестный передатчик, который предстояло локализовать. Особую актуальность этой задаче придавало то, что спутниковая сеть STATSIONAR-20 с космической станцией, расположенной на геостационарной орбите в позиции 70^0 в. д., обеспечивает связь в интересах государства.

Специалисты, отвечающие за эксплуатацию сети STATSIONAR-20, сканируя антенной земной станции ближайшие окрестности космической станции STATSIONAR-20, вскоре обнаружили, что источник помех, вероятно, расположен в точке $68,5^{\circ}$ в. д. Это их сразу насторожило. Было хорошо известно, что в эту позицию планируется выведение космической станции спутниковой сети USASAT-141, заявленной Администрацией связи США. Когда результаты локации геостационарной орбиты были сопоставлены с сообщениями американской печати о запуске в точку $68,5^{\circ}$ в. д. в августе 1995 г. спутника связи PAS-4, принадлежащего компании PanAmSat, стало ясно, что началось развертывание американской спутниковой сети, заявленной в МСЭ под именем USASAT-141. Сам факт вывода на борту спутника PAC-4 космической станции USASAT-141 явился весьма рядовым и вполне рутинным событием. Чуть ли не каждый месяц в космосе появляется новый спутник связи, принадлежащий той или иной стране. Крайнее удивление специалистов вызвало начало использования оператором американской сети нескоординированных с Администрацией связи России частотных присвоений сети USASAT-141, о чем свидетельствовали радиопомехи земным станциям российской сети STATSIONAR-20. Это был неслыханный до настоящего времени акт попрания принципов, зафиксированных в Регламенте радиосвязи. Администрация связи России после получения от оператора необходимых данных направила в МСЭ, в соответствии с положениями статьи 22 регламента радиосвязи, донесение о вредных помехах.

Регламент радиосвязи (статья 1060) недвусмысленно требует: "Прежде чем любая ... администрация заявит в Комитет или начнет использовать какое-либо частотное присвоение ... она должна ... произвести координацию этого присвоения с любой другой администрацией, частотное присвоение которой ... могло бы быть затронуто". Таким образом, в Регламенте радиосвязи вполне определенно записано, что до начала использования любого нового частотного присвоения оно должно быть скоординировано с ранее заявленными частотными присвоениями. На этом фундаментальном принципе базируется весь процесс согласования условий совместной работы множества спутниковых сетей (уже функционирующих и планируемых).

Согласно этому принципу поступила в свое время и Администрация связи России — сначала частотные присвоения сети STATSIONAR-20 были скоординированы со всеми затронутыми присвоениями других сетей и лишь потом стали использоваться. Так должна была поступить и Администрация связи США в случае с сетью USASAT-141. Но этого не случилось.

Задача координации сети USASAT-141 с сетью STATSIONAR-20 очень трудна. Ведь орбитальный разнос космических станций составляет всего $1,5^{\circ}$. Однако эти трудности специалисты PanAmSat должны были предусмотреть еще на этапе эскизного проектирования системы. Видимо, просчитались. Первая попытка координации была предпринята на переговорах делегаций администраций связи России и США в Вашингтоне в сентябре-октябре 1994 г. Эти переговоры не дали положительных результатов. Дальнейшие попытки координации между обеими администрациями весной и летом 1995 г. также не привели к желаемому результату.

Вызывает удивление, что Администрация связи США не воспользовалась своим правом (статья 1089 Регламента радиосвязи) обратиться с просьбой в Бюро радиосвязи МСЭ об оказании помощи в проведении координации. Можно полагать, что американские эксперты уже тогда хорошо понимали, что не существует технических путей достижения компромисса, приемлемого для обеих сторон.

Тщетность попыток завершения координации показали московские переговоры делегаций Администрацией связи России и США, состоявшиеся в мае 1996 и 1997 гг. В ходе этих переговоров выявилось стремление Администрации связи США решать проблемы координации сети USASAT-141 за счет ухудшения важных оперативно-технических характеристик российской сети STATSIONAR-20, что, конечно, неприемлемо для российской стороны. На второй встрече Администрация связи США внесла пакет предложений, на основании которых предприняла попытку финансовой компенсации ухудшения оперативно-технических характеристик сети STATSIONAR-20. Очевидно, что для сетей, играющих важную роль в деле обеспечения связи для государственных органов, ухудшение оперативно-технических характеристик недопустимо, даже при условии щедрой финансовой компенсации. Поэтому предложения американской стороны были отвергнуты.

Таким образом, начиная с 1994 г. и по настоящее время координация сети USASAT-141 с российской сетью STATSIONAR-20 не завершена. Этому есть объективные причины, которые были упомянуты выше. Случилось так, что оказалось невозможным скоординировать частотные присвоения на приемлемых для обеих сторон условиях. В соответствии же с Регламентом радиосвязи использовать нескоординированные частотные присвоения недопустимо, и компания PanAmSat должна была понести убытки за недальновидную техническую политику. Однако это не входило в планы PanAmSat, и компания с согласия Администрации связи США пошла в августе 1995 г. на использование нескоординированных частотных присвоений. Таким образом, Администрация связи США стала виновницей нарушения одного из важнейших положений Регламента радиосвязи.

В результате сложилась явно ненормальная ситуация:

— оператор российской сети третий год подряд терпит ущерб, связанный с необходимостью арендовать альтернативные каналы связи вместо тех, которые поражены помехами со стороны сети USASAT-141;

— оператор же американской сети USASAT-141 (компания PanAmSat) третий год подряд получает прибыль, незаконно используя нескоординированные частотные присвоения.

К сожалению, в этой ситуации Администрация связи США не только не предпринимает действий к немедленному пресечению незаконного использования нескоординированных частотных присвоений, но даже считает возможным заявлять о намерении разместить в той же орбитальной позиции вторую космическую станцию сети USASAT-141.

Похоже, что некоторые деятели в Администрации связи США решили, что интересами России, как великой космической державы, в настоящее время можно пренебречь. Однако все те, кто из корыстных побуждений идет на нарушение основных принципов Регламента радиосвязи, должны понимать, что дурной пример весьма заразителен. Следующей жертвой правового нигилизма могут оказаться они сами. ■

* Термин "координация частотных присвоений" означает согласование рабочих частот с целью обеспечения работы радиоэлектронных средств без взаимных помех.

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ

Продолжаем разговор по организации радиосвязи, начатый в № 3 и 4 журнала "Связь: средства и способы".

Транкинговые системы

Несмотря на то, что современные нетранкинговые системы могут предоставлять пользователю широкие возможности при организации радиосвязи, всем им присущ один общий недостаток — неэффективное использование радиочастот.

Поясним ситуацию простым примером. Предположим, у нас имеется три радиочастотных канала, каждый из которых жестко закреплен за несколькими группами пользователей. При этом для такой системы (точнее, трех раздельных систем) типична ситуация, изображенная на рис. а: канал 1 перегружен, в то же время канал 2 не используется. Представим себе, что наши три канала объединены в единую систему и равнодоступны для любой группы абонентов. В этом случае ситуация будет выглядеть так, как показано на рис. б. Очевидно, что качество обслуживания возросло за счет улучшения использования каналов, и мы получили простейшую транкинговую систему.

Таким образом, транкинговая система радиосвязи (далее в тексте ТСР) — это система, в которой используется принцип равной доступности каналов для всех абонентов или групп абонентов. Этот принцип давно и повсеместно используется в телефонных сетях, откуда в радиосвязь и пришло слово "trunk" (пучок, т.е. пучок равнодоступных каналов).

Основной, определяющей название, функцией оборудования ТСР является автоматическое предоставление свободного радиоканала по требованию абонента радиостанции и переключение на этот канал вызываемого абонента или группы абонентов. Кстати, с этой точки зрения беспроводные телефоны (такие, как PANASONIC KX-T9080), работающие на общем наборе радиоканалов, также в совокупности образуют ТСР. Однако современные системы профессиональной радиосвязи, о которых далее идет речь, имеют и ряд других возможностей.

Общие возможности транкинговых систем

Прежде всего, это увеличение радиуса действия системы, поскольку, даже в простейшей ТСР, связь радиостанций между собой осуществляется через ретрансляторы базовой станции (БС). Кроме того, многозоновые ТСР имеют в своем составе несколько (от единиц до сотен) БС, каждая из которых обслуживает свою зону. При этом система установит соединение между радиостанциями независимо от их местоположения и, как правило, совершенно прозрачно для пользователей вызываемой и вызывающей радиостанций.

Кроме вызова группы радиостанций (имеется во всех ТСР), почти все системы обеспечивают индивидуальный вызов конкретной радиостанции. При этом многие современные ТСР обеспечивают разделение всего парка радиостанций на отдельные отряды. Отряд — это совокупность радиостанций, принадлежащих определенной организации, внутри которого осуществим индивидуальный и групповой вызов. Предполагается, что вызовы между отрядами в большинстве случаев запрещены (хотя могут быть и разрешены конкретным радиостанциям). Таким образом, каждая из организаций, пользующихся ТСР, может иметь как бы свою изолированную систему связи.

Как правило, ТСР обеспечивают связь радиостанции с абонентами городской и нескольких учрежденческих телефонных сетей, причем их подключение к таким сетям может осуществляться как простейшим способом по абонентским линиям (аналогично офисным АТС), так и по соединительным линиям. В последнем случае, с точки зрения нумерации абонентов, ТСР становится частью телефонной сети города или учреждения.

Современные ТСР предоставляют и широкий спектр услуг по передаче данных между радиостанциями.

Доступ к каждому виду услуг, предоставляемых системой, обычно программируется индивидуально для каждого абонента. Кроме того, программируется предельное время разговора и приоритет абонента. ТСР имеют также защиту от несанкционированного доступа в систему.

И при работе радиостанции в ТСР могут возникнуть ситуации, в которых необходимо обойтись без ее услуг (связь с обычной радиостанцией, отказ БС, выход за зону действия всех БС системы). На этот случай все радиостанции, рассчитанные на работу в ТСР, имеют возможность переключения в режим обычной радиостанции. Разумеется, эту возможность можно заблокировать при программировании.

Оборудование любой ТСР рассчитано на коммерческую эксплуатацию, поэтому обязательно обеспечивает учет времени использования системы каждым абонентом (тарификацию).

Сравнительный обзор транкинговых систем

В настоящее время существует много различных типов ТСР, несовместимых между собой. Одни из них являются закрытыми, т.е. фирма-производитель не публикует протоколы их работы и сама производит все абонентское и базовое оборудование для таких систем. При этом потребитель оказывается в полной зависимости от фирмы-производителя. Другие ТСР являются открытыми, т.е. стандарты на них публикуются, и в рамках таких систем может совместно работать оборудование любых производителей, придерживающихся этих стандартов.

По способу передачи речевой информации ТСР можно разделить на аналоговые, к которым пока что относятся все коммерчески эффективные ТСР, и цифровые. Такие системы в настоящее время предлагают для спецслужб некоторые фирмы, цифровым является и новый европейский стандарт TETRA.

По принципу действия можно выделить три типа ТСР

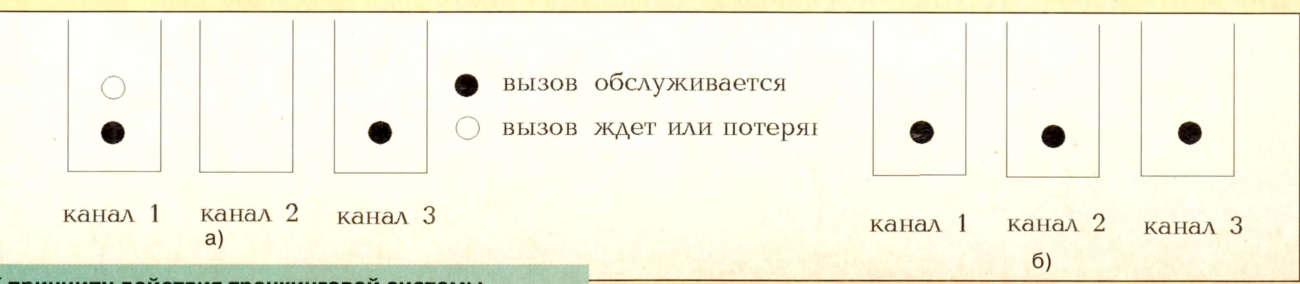
1. Сканирующие ТСР

Часто подобные системы несправедливо именуют псевдотранкинговыми. В таких системах радиостанция при вызове сама ищет незанятый канал и занимает его. В дежурном режиме радиостанция непрерывно перебирает (сканирует) все каналы системы, проверяя, не вызывают ли ее на одном из них. К таким ТСР относятся некогда распространенная в СССР система "Алтай", а также система SmarTrunk II.

Сканирующие ТСР просты и дешевы. В этих системах возможна полная независимость каналов БС друг от друга, поскольку их объединение в общую ТСР происходит на уровне абонентской радиостанции. Это обуславливает высокую надежность и живучесть сканирующих ТСР.

Однако таким ТСР присущ ряд принципиальных недостатков. С ростом количества каналов быстро возрастает длительность установления соединения в такой системе, так как она не может быть меньше длительности полного цикла сканирования. Реально к этому добавляется еще и длительность поиска свободного канала вызывающей радиостанции. Кроме того, в сканирующих ТСР затруднительна реализация многих современных требований, в числе которых многозоновость, гибкая и надежная система приоритетов, постановка на очередь при занятости системы или вызываемого абонента и т.д.

Таким образом, сканирующая ТСР идеально подходит в качестве небольшой (1-8 каналов, до 200 абонентов) однозоновой системы связи, к которой предъявляются минимальные требования. Это и обусловило в последние годы широкое распространение систем SmarTrunk II по России и странам СНГ.



К принципу действия транкинговой системы

2. ТСР с распределенным управляющим каналом

Такими являются распространенная в США система LTR, разработанная еще в конце семидесятых годов фирмой E.F. Johnson, и ее современная модификация ESAS, предлагаемая фирмой UNIDEN. В этих ТСР управляющая информация передается непрерывно по всем каналам, в том числе и по занятым. Это достигается использованием для ее передачи частот ниже 300 Гц. Каждый канал является управляющим для радиостанций, закрепленных за ним. В дежурном режиме радиостанция прослушивает свой управляющий канал. В этом канале БС непрерывно передает номер свободного канала, который радиостанция может использовать для передачи. Если же на каком-либо канале начинается передача, адресованная одной из радиостанций, то информация об этом передается на ее управляющем канале, в результате чего эта радиостанция переключается на канал, где происходит вызов.

Такие ТСР обладают рядом достоинств, присущих ТСР с управляющим каналом, не требуя в то же время выделения частот для него. В системе LTR установление соединения происходит настолько быстро, что оно осуществляется каждый раз при включении передатчика станции, т.е. в паузах разговора канал не занят.

Однако при выходе из строя какого-либо канала в системе LTR происходит отказ всех радиостанций, для которых он является управляющим. Кроме того, в таких ТСР скорость передачи управляющей информации крайне ограничена.

Это затрудняет реализацию многих требований, предъявляемых к современным ТСР, в том числе и многозоновости. Передача информации на частотах ниже 300 Гц одновременно с речью делает такие системы весьма критичными к точности регулировки. Все это привело к тому, что ТСР с распределенным управляющим каналом в настоящее время не разрабатываются. Исключение составляет лишь ESAS, в котором используется данный принцип ради совместимости с LTR.

3. ТСР с выделенным управляющим каналом

Для аналоговых систем речь идет о частотном канале, для цифровых — с временным разделением каналов — о временном слоте. В таких ТСР радиостанция непрерывно прослушивает управляющий канал ближайшей к ней БС. При поступлении вызова БС передает информацию об этом по управляющему каналу, вызываемая радиостанция подтверждает прием вызова, после чего БС выделяет один из разговорных каналов для соединения и информирует об этом по управляющему каналу все участвующие в соединении радиостанции. После этого они переключаются на указанный канал и остаются на нем до окончания соединения. В то время, когда управляющий канал свободен, радиостанции могут передавать туда свои запросы на установление соединения. Некоторые типы вызовов (например, передача коротких пакетов данных между радиостанциями) могут осуществляться вообще без занятия разговорного канала.

ТСР с выделенным управляющим каналом в наибольшей степени отвечает современным требованиям. В них легко реализуются многозоновость (радиостанция выбирает БС с лучше всего принимаемым управляющим каналом) и другие функции.

Среди них — постановка вызовов на очередь при занятости системы или вызываемого абонента. Это, в свою очередь, переводит такие ТСР из класса систем с отказом при занятости в класс систем с ожиданием. Тем самым не только повышается комфортность работы пользователя, но и, главное, увеличивается пропускная способность системы. В системах с отказом при занятости для обеспечения приемлемого качества сервиса в любой момент времени должен простаивать хотя бы один канал, чтобы абонент мог произвести вызов. В системе с ожиданием загружены могут быть все каналы. При этом, правда, вызывающему абоненту придется немного подождать в очереди.

Однако выделение отдельного управляющего канала имеет свои недостатки. Во-первых, это худшее использование частотного ресурса. В большинстве систем этот недостаток смягчается возможностью перевода управляющего канала в разговорный режим при перегрузке системы. Во-вторых, выделенный управляющий канал является уязвимым местом ТСР — при отсутствии специальных мер отказ оборудования БС для этого канала означает отказ всей БС. К тому же результату приводит и появление помехи на частоте приемника управляющего канала БС. По этой причине при разработке ТСР с выделенным управляющим каналом автоматическому контролю за работой оборудования БС уделяется особое внимание. При обнаружении отказа или длительной помехи на частоте приема БС делает управляющим другой, исправный канал.

Выделенный управляющий канал предусматривается большинством современных стандартов на ТСР — как закрытых, так и открытых (МРТ1327), а также перспективным стандартом TETRA.

Для сравнения в таблице приведены характеристики некоторых ТСР.

Необходимо пояснить, что в таблице приведены характеристики, заложенные в стандарты. Оборудование для простых ТСР часто позволяет расширить эти возможности (несколько банков каналов в SmarTrunkII, многозоновая работа в LTR и т.п.).

Как видно из таблицы, наиболее впечатляющими возможностями обладает стандарт TETRA. Это и неудивительно — он разработан с учетом опыта эксплуатации существующих ТСР. К сожалению, для системы TETRA в настоящее время существуют лишь экспериментальные образцы оборудования, и об их коммерческой эксплуатации и, тем более о коммерческой эффективности говорить еще рано — цены на такое оборудование еще долго останутся высокими.

В настоящее время наиболее эффективными в условиях России являются системы SmarTrunkII и МРТ1327. Фирма "Электроника-Дизайн" активно занимается установкой именно этих ТСР, а также разработкой дополнительного оборудования для них.

Стандарт ТСР

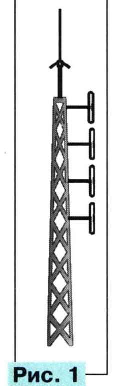
Характеристика	SmarTRUNK II	LTP	MPT1327	TETRA
Способ передачи речи	Аналоговый	Аналоговый	Аналоговый	Цифровой
Структура системы	Однозоновая	Однозоновая	Многозоновая	Многозоновая
Принцип действия	Сканирующий	Распределенный управляющий канал	Выделенный управляющий канал	Выделенный управляющий канал
Скорость обмена управляющей информацией, бит/с	560	300	1200	7200
Время установления соединения, с	0,8 + 0,2 N, где N — число каналов	0,3	0,4	0,3
Количество каналов	16	300	1024	Нет данных
Количество абонентов или групп	10 000	7500	1 000 000	Нет данных
Ширина полосы в эфире, КГц/канал	12,5; 25	12,5; 25	12,5; 25	25 КГц на 4 канала
Постановка на очередь	Нет	Нет	Да	Да
Индивидуальный вызов	Да	Нет	Да	Да
Передача коротких данных	Нет	Нет	Да	Да
Передача данных по разговорным каналам	С дополнительным оборудованием	С дополнительным оборудованием	1200 бит/с или с дополнительным оборудованием	7,2—28,8 Кбит/с при занятии 1—4 каналов

"Электроника — Дизайн". Москва.
Телефоны: (095) 165-1892, 165-0874.
E-mail: eldiz @ dol. ru

АНТЕННЫ БОКОВОГО КРЕПЛЕНИЯ ДЛЯ ТРАНКОВЫХ СИСТЕМ

Продолжая тематику построения антенных систем базовых ретрансляторов транковой связи, начатую в 11-м и 12-м номерах журнала “Радио” за 1997 год, хотелось бы поподробнее остановиться на таком важном аспекте, как формирование диаграммы направленности (ДН).

Применение вертикальных коллинеарных антенн позволяет легко получить круговую ДН. Такие антенны получили широкое распространение в системах “SmarTrunk-II”. Однако, несмотря на свою простоту, эти антенны имеют и ряд недостатков, свойственных дешевым конструкциям. К ним относятся низкая механическая прочность и невысокая стойкость к агрессивным средам. Кроме того, проектировщики транковых систем часто сталкиваются с проблемой установки базовых антенн на вышках-фермах. Обычно все выгодные позиции уже заняты антеннами ведомственных радиостанций, и приходится крепить антенны вдоль мачты “этажом ниже” (рис. 1).


Рис. 1

Располагать таким образом штыревые антенны противопоказано, так как это приведет к дроблению главного лепестка ДН и нарушит согласование с фидером. Для этих случаев существуют специальные антенны бокового крепления (offset). Обычно это несколько полуволновых диполей, объединенных в антенную решетку. Согласующие устройства таких вибраторов заранее рассчитаны на присутствие рядом металлической мачты. Для улучшения согласования можно менять расстояние между элементом и мачтой.

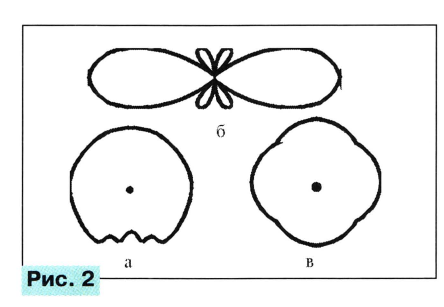


Рис. 2

Располагая активные элементы в одну линию, можно создать коллинеарную антенну с усилением от 6 до 12 dBd (при использовании от двух до восьми элементов). Усиление будет достигнуто за счет сужения ДН в вертикальной плоскости. Однако при установке антенны на массивной металлической ферме ДН будет иметь заметные провалы в горизонтальной плоскости (рис. 2, а).

Рис. 3

Это вполне приемлемо в тех случаях, когда провал попадает географически на территорию обслуживания другого ретранслятора либо система проектируется только для приоритетных направлений (например, в системе протокола MPT-1327 или LTR). Для ретранслятора стандарта SmarTrunk-II радиального излучения это недопустимо. Решить проблему можно, расположив по периметру фермы несколько полотен вертикальных решеток, тем самым обеспечивается практически круговая ДН (рис. 2, в). Небольшие провалы конечно же останутся из-за интерференционного влияния соседних элементов, но они будут незначительными (около 1,5...2 dB). Провалы можно уменьшить, разместив элементы подальше друг от друга — на (2...3)λ. В конце концов, с этим можно смириться — ведь приходиться мириться и с затуханием сигнала в 6...10 dB из-за городской застройки!

В качестве активных элементов можно использовать и направленные антенны, например трех элементную Yagi — “волновой канал”. Ширина главного лепестка диаграммы направленности такой антенны около 90^0, это позволяет создать антенную решетку с практически круговой диаграммой всего из четырех полотен Yagi (рис. 3). Усиление такой антенной системы будет достигать 5...6 dBd.

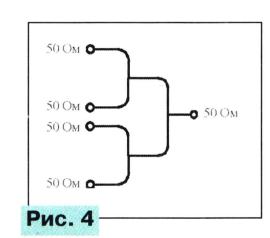


Рис. 4

Во всех рассмотренных случаях для объединения и фазировки сигнала можно применять сумматоры из коаксиального кабеля на основе четвертьволновых линий. Все активные элементы будут запитаны параллельно. Такой способ позволяет сохранить широкую рабочую полосу антенны за счет минимального фазового набега, который будет одинаковым во всех плечах при расстройке относительно центральной частоты (рис. 4). ■

ПРИОРИТЕТЫ В РАЗВИТИИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

(По материалам 23-й Европейской конференции по оптической связи)

А. КУРКОВ, канд.физ.-мат. наук, г. Москва

Что такое ЕСОС?

В сентябре ушедшего 1997 года в древней столице Шотландии ,городе Эдинбурге, состоялась 23-я Европейская конференция по оптической связи (European Conference on Optical Communications) — ECOC'97. Для специалистов, работающих в этой области, она не явилась особым событием, поскольку подобные конференции проходят ежегодно, также как симпозиумы по волоконно-оптической связи в США (OFC) и еще добрый десяток встреч, посвященных отдельным аспектам волоконной оптики. В то же время конференция ЕСОС — одна из самых представительных в этой области науки и техники. Так, ECOC'97 было представлено около 300 докладов. В этой статье попытаемся представить современное состояние и основные тенденции развития волоконно-оптических систем связи, опираясь на шесть томов трудов конференции и личные впечатления автора.

О главном

Несмотря на обилие и широкий тематический спектр докладов, на каждой из прошедших европейских конференций можно выделить главное направление, которое определяет дальнейшее развитие волоконной телекоммуникации на несколько лет вперед. Так, если прежде специалистов занимали главным образом вопросы снижения оптических потерь и увеличение скорости передачи информации в многомодовых волоконных световодах, то затем пришла очередь систем связи на одномодовых световодах с рабочей длины волны 1,3 микрона. Хотя они впервые были предложены лет десять назад, ныне одномодовые световоды с длиной волны нулевой дисперсии 1,55 микрона становятся ключевым элементом современных систем связи. Этому способствовало и то, что в начале 90-х годов на сцену вышли волоконные усилители на волоконных световодах, легированных ионами эрбия, сделавшие длину волны 1,55 мкм еще более привлекательной для связи.

Однако какое же направление было наиболее ярко представлено на последней конференции и что является наиболее актуальным на сегодняшний день? Общее впечатление (при отсутствии видимых прорывов в создании принципиально новых элементов волоконных линий связи): развитие предыдущих достижений делает возможным создание линий связи с частотным уплотнением каналов, т. е. с передачей информации по одному световоду на разных длинах волн. Кроме того, обращает на себя внимание широкое применение в экспериментальных линиях фотоиндуцированных внутриволоконных решеток, а также устройств с использованием эффекта вынужденного Рамановского (комбинационного) рассеяния.

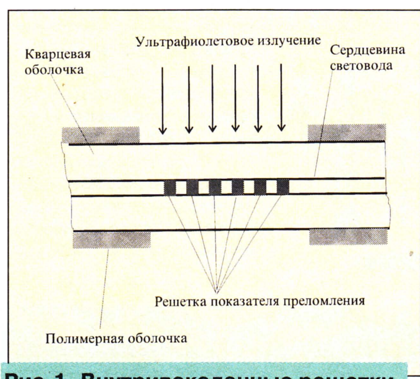


Рис.1. Внутривоколонные решетки показателя преломления

Идея использования спектрального уплотнения каналов — это, по сути, перенос в оптический диапазон метода передачи информации, широко используемого в радиодиапазоне. Однако использование этого метода предъявляет специфические требования к разработанным ранее устройствам волоконно-оптического тракта, а также делает необходимым разработку ряда принципиально новых элементов. Более подробно рассмотрим это в дальнейшем, а пока остановимся на кратком описании двух эффектов, широко используемых в экспериментах по волоконно-оптической связи.

Фоточувствительность и Рамановское рассеяние

Фоточувствительность волоконных световодов и вынужденное Рамановское рассеяние в них — это два различных физических эффекта. Объединяет их то, что, представляя, на первый взгляд, чисто “академический” интерес, они лежат в основе практических устройств, находящих широкое применение в оптической связи.

Явление фоточувствительности заключается в том, что при облучении боковой поверхности световода ультрафиолетовым излучением на определенных длинах волн происходит изменение показателя преломления стекла на облученных участках. Само по себе это явление, казалось бы, не имеет практического значения, однако, самое интересное проявляется тогда, когда на некотором участке световода создается периодическое изменение показателя преломления, как показано на рис.1. Если период записанной решетки составляет десятые доли микрона, в спектре пропускания световода появляется узкий провал, соответствующий отражению в узком спектральном диапазоне части мощности излучения, распространяющегося по световоду. Такая решетка, называемая обычно Брэгговской, работает как спектрально-селективное зеркало. Длина волны, на которой осуществляется отражение, определяется соотношением между параметрами световода и периодом решетки. В зависимости от длины решетки, составляющей от 1 мм до 10 см, и величины наведенного показателя преломления относительная амплитуда отраженного сигнала составляет от единиц процентов до полного отражения в спектральной области, составляющей 0,05 — 0,3 нм. В случае решеток большой (до 1 м) длины, с периодом, несколько меняющимся по длине, ширина спектра отражения может достигать десятков нанометров. В настоящее время Брэгговские решетки находят самое широкое применение в волоконной оптике, в частности, в качестве зеркал волоконных лазеров, спектральных фильтров, компенсаторов хроматической дисперсии, чувствительных элементов датчиков.

Другим типом фотоиндуцированных устройств являются длиннопериодные решетки, для которых расстояние между штрихами составляет 50-500 мкм. Принцип действия таких решеток заключается в том, что при определенном соотношении между параметрами световода и периодом решетки излучение, распространяющееся по световоду, на определенной длине волны выходит во внешнюю оболочку световода и затухает, так что в спектре пропускания световода появляется провал. Как и в случае Брэгговских решеток, длина волны, спектральная ширина и доля потерянной мощности определяются параметрами световода и решетки. Таким образом, длиннопериодная решетка может быть использована как спектральный фильтр.

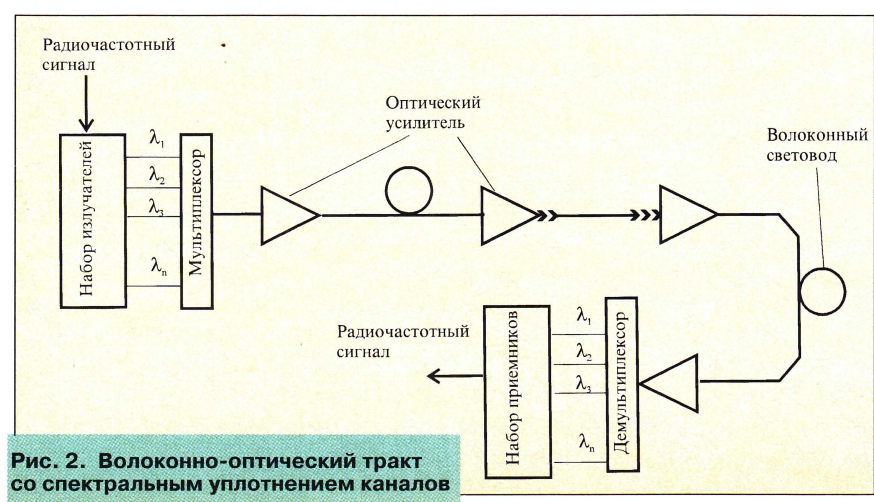


Рис. 2. Волоконно-оптический тракт со спектральным уплотнением каналов

Эффект вынужденного Рамановского рассеяния в волоконном световоде заключается в том, что при распространении оптического излучения с мощностью порядка 1 Вт и более возникает переизлучение на большей длине волны. Наблюдаемый спектральный сдвиг определяется свойствами материала, из которого изготовлен световод. Если световод имеет достаточную длину, переизлученный свет может стать источником для переизлучения со следующим спектральным смещением и так далее. Так, при вводе в стандартный световод излучения мощного неодимового лазера с длиной волны 1,06 мкм на выходе можно наблюдать излучение с длинами волн 1,12 мкм, 1,18 мкм, 1,24 мкм, 1,3 мкм и т. д. При этом практически вся входная мощность может быть преобразована в излучение на других длинах волн. Сочетание такого Рамановского преобразователя с набором соответствующих решеток позволяет получать волоконные лазеры на ряд длин волн. Важно отметить, что при одновременном распространении в световоде сигнала и переизлученного света на одной длине волны происходит усиление сигнала. Таким образом, эффект вынужденного Рамановского рассеяния может быть использован для создания волоконного усилителя для различных длин волн.

Современная волоконно-оптическая линия связи

Значительная часть представленных на конференции работ была посвящена экспериментам по высокоскоростной передаче информации в линиях со спектральным уплотнением каналов и оптимизации отдельных элементов таких линий. На рис.2 в упрощенном виде представлена схема волоконно-оптического тракта со спектральным уплотнением. Очевидно, что именно такой способ передачи информации в настоящее время представляется наиболее перспективным, позволяя увеличивать скорость передачи информации пропорционально числу спектральных каналов. Естественно задать вопрос, а сколько каналов может быть задействовано в одном световоде? Ясно, что это, во-первых, зависит от суммарной спектральной полосы волоконно-оптической линии. Основным элементом, ограничивающим эту полосу, является оптический усилитель. Рассмотрим этот элемент более подробно.

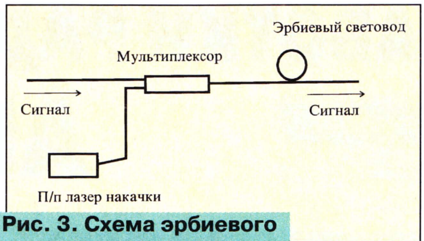


Рис. 3. Схема эрбиевого волоконного усилителя

Волоконно-оптический усилитель. В линиях связи с рабочей длиной волны 1,55 мкм оптимальным типом оптического усилителя является волоконно-оптический усилитель на основе волоконного световода, активированного ионами эрбия. Упрощенная схема такого устройства представлена на рис.3. Принцип его действия состоит в эффекте усиления излучения при вынужденном переходе возбужденных ионов эрбия на основной энергетический уровень. Для возбуждения ионов эрбия используются полупроводниковые источники с длиной волны 0,98 или 1,48 мкм. Коэффициент усиления слабого оптического сигнала в эрбиевых усилителях может достигать примерно 40 дБ (т. е. 10 000 раз). Спектр усиления такого устройства определяется спектром люминесценции ионов эрбия в кварцевом стекле. На рис. 4 показан типичный спектр усиления, из которого видно, что на разных длинах волн в полосе 1,53...1,56 мкм достигается различный коэффициент усиления, так что после прохождения волоконной линии, содержащей десятки усилителей, часть спектральных каналов может быть потеряна. Поэтому на практике для систем со спектральным уплотнением каналов либо ограничиваются более плоской частью спектра усиления в диапазоне 1,54...1,56 мкм, либо используют спектральные фильтры, сглаживающие этот спектр. В последнем случае ширина используемого спектрального диапазона достигает 35...40 нм.

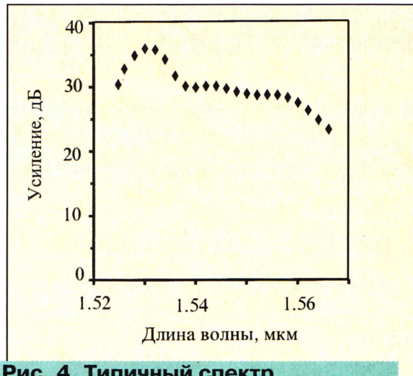


Рис. 4. Типичный спектр усиления эрбиевого усилителя

(Окончание следует)

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

ДОРАБОТКИ РАДИОСТАНЦИИ ALAN-100+

В этой статье продолжен разговор о доработках радиостанций ALAN-100+ и ей подобных, начатый в "Радио" № 12, 1996 г. и в № 4, 1997 г.

СВЕТОДИОДНЫЙ ИНДИКАТОР НАЛИЧИЯ СИГНАЛА В КАНАЛЕ

Радиостанция снабжена двумя светодиодными индикаторами: "прием" — "RX" и "передача" — "TX". Светодиод "RX" зеленого свечения горит постоянно, пока станция включена. Вместе с ним горит и цифровой индикатор канала, т. е. они как бы дублируют друг друга. Это позволяет "нагрузить" светодиод "RX" дополнительными функциями. Как один из вариантов, его можно использовать для индикации наличия в канале сигнала корреспондента. В этом случае светодиод "RX" будет загораться только тогда, когда входной сигнал превысит заранее установленный уровень.

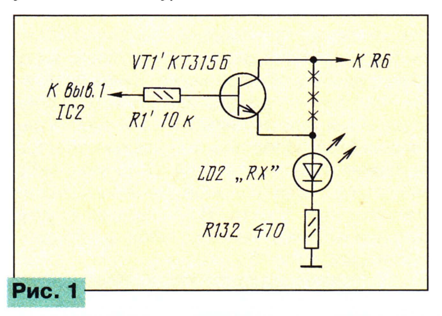


Рис. 1

Схема такой доработки показана на рис. 1. Дорожку печатной платы, которая подходит к светодиоду "RX", перерезают вблизи соединения основной печатной платы и платы индикации. На месте разреза устанавливают транзистор VT1´. Базу транзистора VT1´ через резистор R1´ соединяют с выводом 1 микросхемы IC2. Эта микросхема выполняет функцию порогового шумоподавителя. Если уровень входного сигнала ниже установленного порога, то на выходе микросхемы IC2 будет напряжение не более 1 В. Транзистор VT1´ закрыт, и светодиод LD2 не горит. Когда входной сигнал превысит порог, на выходе микросхемы появится напряжение в несколько вольт, транзистор откроется и светодиод станет светиться. При переходе в режим "TX" напряжение питания транзистора будет отключено и светодиод погаснет.

Транзистор VT1´ — любой маломощный низкочастотный или среднечастотный с коэффициентом передачи тока базы не менее 50.

СТРЕЛОЧНЫЙ S-МЕТР И ИНДИКАТОР ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ПЕРЕДАТЧИКА

Дополнение радиостанции таким индикатором позволит оценивать силу сигнала корреспондента и контролировать мощность собственного передатчика. Все неисправности антенны (обрыв, замыкание, значительное изменение КСВ) оказывают влияние на уровень выходного сигнала. Визуальный контроль мощности позволит следить за исправностью антенного хозяйства.

Стрелочный S-метр в радиостанции ALAN-100+ можно подключить либо к выходу АМ детектора, либо к выходу транзисторного детектора системы шумоподавления. Во всех случаях S-метр не должен оказывать отрицательного влияния на работоспособность этих узлов.

Вариант устройства с подключением к выходам АМ детектора показан на рис. 2. Буферный каскад на полевом транзисторе VT1´ обеспечивает большое входное сопротивление и не шунтирует детектор. Фильтр R1´C1´ подавляет переменную составляющую звукового сигнала и пропускает постоянную.

Резистором R5´ устанавливают стрелку прибора на нулевое деление шкалы, а резистором R3´ регулируют чувствительность.

При отсутствии входного сигнала напряжение на выводах микроамперметра PA1´ одинаково и ток через PA1´ не течет. Когда появляется сигнал, на выходе детектора увеличивается напряжение отрицательной полярности. Напряжение на истоке транзистора VT1´ уменьшается, и через микроамперметр PA1´ протекает постоянный ток, величина которого пропорциональна уровню входного сигнала. Диоды VD1´ и VD2´ при этом закрыты.

В режиме "TX" высокочастотное напряжение с выхода передатчика поступает через емкостный делитель C2´C3´C4´ на диодный выпрямитель VD1´VD2´. Выпрямленное напряжение вызывает протекание тока по цепи R6´PA1´R3´R2´. Этот ток пропорционален напряжению на выходе передатчика. Какие-либо неисправности в антенном хозяйстве отразятся на показаниях индикатора. В режиме передачи питание на сток транзистора VT1´ не поступает.

Все детали устройства, кроме стрелочного прибора, удобно разместить на две печатные платы. Одну из них с конденсаторами C2´–C5´, диодами VD1´, VD2´ и резистором R6´ надо установить в непосредственной близости от антенного гнезда, а другую — с остальными деталями — надо прикрепить к боковой стенке корпуса радиостанции рядом с трансформатором ЗЧ. Микроамперметр PA1´ подключают к устройству двухпроводным экранированным кабелем, причем экран надо присоединить к корпусу радиостанции. Для удобства подключения индикатора на задней стенке радиостанции можно установить гнездо (там для него уже есть отверстие). Подойдет гнездо от стереотелефонов, оно как раз имеет один заземленный контакт и два изолированных.

В устройстве можно применить транзистор VT1´ серии КП303 с буквенными индексами Г, Д; диоды VD1´ и VD2´ — любые высокочастотные детекторные или импульсные. Подстроечный конденсатор C4´ — типов КПК-МП, КТ4-25; постоянные — КМ, К10. Резисторы R3´ и R5´ могут быть СП3-3, СП3-19; остальные — МЛТ, С2-23. Микроамперметр PA1´ должен иметь ток полного отклонения 100...200 мкА, например М4247.

Налаживание производят в следующей последовательности. К антенному гнезду радиостанции подключают резистор сопротивлением 51 Ом. В режиме приема резистором R5´ устанавливают стрелку прибора на нулевую отметку шкалы. Затем к антенному гнезду подключают генератор высокочастотных сигналов, настроенный на частоту в середине рабочего диапазона радиостанции (18–20-й каналы). Подав с генератора сигнал напряжением 1 или 10 мВ, резистором R3´ устанавливают стрелку микроамперметра на конечное деление шкалы. Затем с помощью аттенюатора проводят градуировку шкалы в баллах, децибелах или микровольтах. Если выбран предел 1 мВ, то диапазон измеряемого напряжения составит 65...70 дБ, а если 10 мВ — 85...90 дБ. Во втором случае шкала будет значительно грубее.

В заключение настраивают индикатор мощности в режиме передачи. К антенному гнезду радиостанции надо подключить согласованную нагрузку или хорошо настроенную антенну. Конденсатором C4´ устанавливают стрелку прибора примерно посередине шкалы. Если это не получается, то придется подобрать конденсатор C3´. При зашкаливании надо применить конденсатор большей емкости, а при малом отклонении — меньшей или совсем изъять его.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ КАНАЛОВ НА МИКРОФОННОЙ ГАРНИТУРЕ

Кнопки переключения каналов радиостанции ALAN-100+ имеют небольшие размеры, и если она располагается на небольшом удалении, то переключать каналы неудобно. Поскольку микрофонная гарнитура обычно расположена ближе к оператору, чем радиостанция, установка кнопок на гарнитуре позволила бы повысить удобство работы.

Здесь возникает проблема передачи сигналов переключения, так как в соединительном кабеле свободных проводников нет. Выйти из этой ситуации можно, использовав уже имеющиеся проводники и

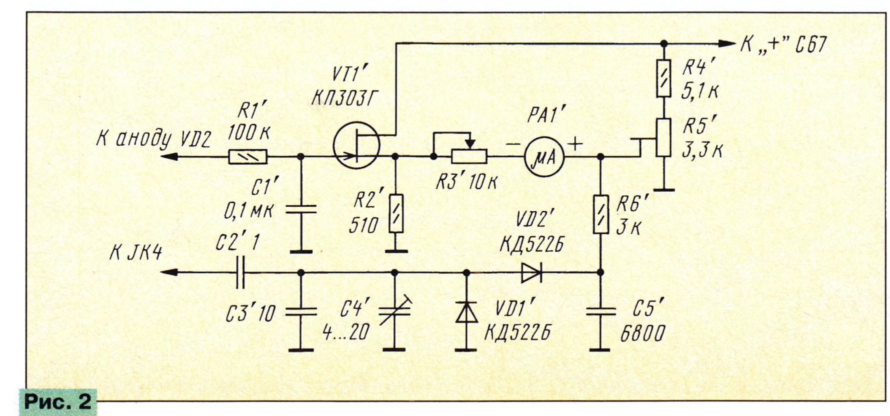


Рис. 2

установив исполнительное устройство в корпусе радиостанции.

На рис. 3,а показана схема доработки микрофонной гарнитуры. На микрофонном проводе присутствует постоянное напряжение, которое поступает с резистивного делителя, расположенного на основной плате радиостанции; оно используется для питания микрофона. Подключая к микрофону резисторы, напряжение можно менять в небольших пределах (0,3...0,5 В). Исполнительное устройство должно отслеживать эти изменения и давать команды на переключение каналов.

Схема исполнительного устройства показана на рис. 3,б. Основные его узлы — усилитель постоянного тока на ОУ DA1´ и две транзисторные оптопары U1 и U2. Транзисторы оптопар включены параллельно кнопкам переключения каналов радиостанции.

Постоянное напряжение поступает на вход ОУ через ФНЧ R1´C1´, который подавляет переменную составляющую сигнала ЗЧ. В исходном состоянии напряжение на выходе ОУ должно быть равно напряжению на движке резистора R4´, поэтому через излучающие диоды оптопар ток не протекает. Транзисторы оптопар закрыты. В таком состоянии устройство не оказывает какого-либо влияния на работу микрофона и кнопок, т. е. радиостанция работает в обычном режиме.

Рис. 3,а

Если нажать одну из кнопок на тангенте, например SB2´, то постоянное напряжение на микрофонном проводе уменьшится. ОУ DA1´ отслеживает это изменение, и на его выходе напряжение тоже уменьшится. Через светодиод оптрона U1 потечет ток, транзистор этого оптрона откроется и зашунтирует кнопку переключения каналов "вниз". Алгоритм работы такой же, как и с основными кнопками: при кратковременном нажатии происходит переключение на один канал, а при длительном — последовательный перебор каналов. Нажатие на кнопку SB1´ вызовет увеличение напряжения на микрофонном проводе. Напряжение на выходе ОУ увеличится, потечет ток через светодиод оптопары U2 и произойдет переключение канала "вверх".

Все детали исполнительного устройства размещают на плате небольших размеров. Оптопары U1 и U2 могут быть серий АОТ110, АОТ122 с буквенными индексами А–Г; SB1´ и SB2´ — любые малогабаритные кнопки с самовозвратом, работающие на замыкание.

Налаживание производят в следующей последовательности. В режиме приема резистором R2´ устанавливают напряжение на выходе ОУ, равное напряжению на микрофонном проводе. Затем такое же напряжение устанавливают на движке резистора R4´. Эти регулировки повторяют несколько раз, пока напряжение на движках резисторов R1´ и R4´, а также на выходе ОУ DA1´ не окажется равным напряжению на микрофонном проводе.

Нажимая на кнопки SB1´ и SB2´, убеждаются, что переключение происходит правильно. Если при громком разговоре (в режиме приема) будет срабатывать исполнительное устройство, надо подобрать резистор R3´. Его сопротивление нужно уменьшить на 20...30 %. ■

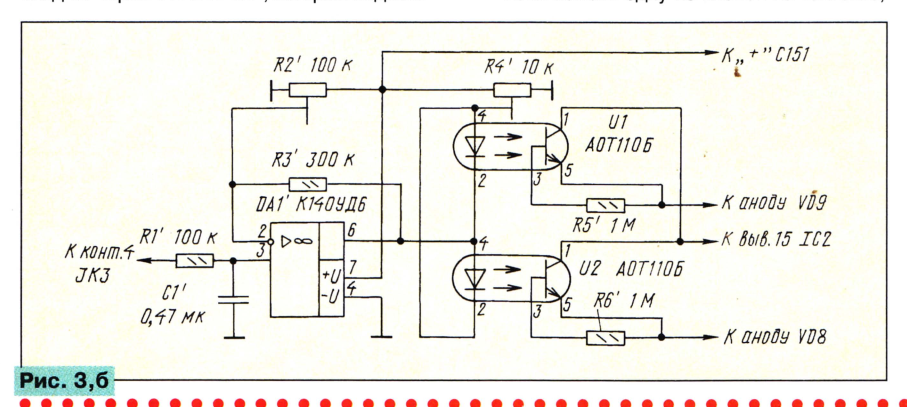


Рис. 3,б

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

(Окончание. Начало см. на с. 34)

потребления по соответствующим шинам не превышают указанных пределов: +5 В — 300 мА; -5 В — 100 мА; +12 В — 50 мА; -12 В — 50 мА.

В устройстве использованы резисторы МЛТ 0,125, в качестве переменных допускается использовать СП, СП0, СП4. Частотнозадающие конденсаторы должны иметь малый ТКЕ — применимы серии КЛС, КМ-5 (С5—С8), К73-9, К73-16, К73-17 (С2—С4). Полярный конденсатор С1 — К52-1 с малым током утечки; остальные конденсаторы — любые. Переключатели SA1, SA6—SA8 — ПГ. Микросхемы DD1 — DD3, DD5 заменимы на аналогичные серий К155, К555, К533, нужно лишь учитывать соответственное изменение тока потребления. Микросхему серии 564 или К564 (DD4) вполне заменит К561ИЕ15.

Печатная плата для генератора не разрабатывалась. При размещении элементов и соединений на плате необходимо как можно дальше разнести все цепи, связанные со входами (выводы 3—10) DA2 от остальных цепей.

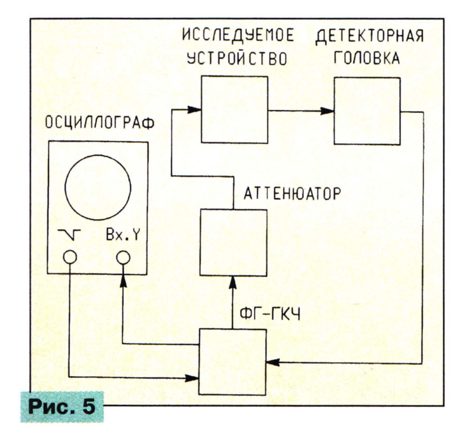


Рис. 5

Настройку генератора начинают с подбора конденсаторов С1—С6, чтобы при переключении диапазонов частота менялась точно в десять раз. Конденсаторы С7, С8 лучше дополнительно подобрать после окончательной сборки конструкции, так как на общую емкость CF для поддиапазонов 8, 9 влияют емкость соединительного кабеля, монтажная и другие паразитные емкости.

После этого градуируют две шкалы для резистора R20 (для поддиапазонов 1—8 и 9). Далее проверяют форму выходного сигнала в зависимости от положения SA6 и пределы регулирования скважности и расстройки. Диапазон их регулировки можно изменить, пересчитав делитель R1—R4, учитывая при этом, что напряжения на входах FADJ и DADJ должны быть в пределах ±2,3 В. Затем на вход "⌐" подают сигнал от осциллографа, вход Y осциллографа подключают к выводу 7 DA1.1, движок резистора R20 выставляют на середину одного из поддиапазонов, R6 ставят в верхнее по схеме положение и подбором R5 добиваются, чтобы сигнал на выводе 7 DA1.1 был в пределах 0,2...7,5 В. Это соответствует максимальной полосе качания. Внутри полосы частота может меняться в 300 раз, для уменьшения этого значения сопротивление R5 увеличивают до требуемой величины.

Настройку генератора частотных меток начинают с установки частоты задающего генератора. Частотомер подключают к выводу 6 DD1.3 и подстройкой конденсатора С18 выставляют частоту, равной 10 МГц. Далее проверяют соответствие частот на выходе частот меток положениям переключателя SA7. После этого проверяют наличие сигнала биений на выводе 13 DA1.4 и резистором R36 выставляют порог срабатывания компаратора до получения четких узких меток на выходе DA1.4. На этом настройку генератора можно считать законченной.

Вспомогательный генератор звуковой частоты на DA1.2 (см. рис. 1) настраивают подстройкой R23 до получения устойчивой генерации синусоидального сигнала.

Настройка блока питания заключается в выставлении соответствующих выходных напряжений с помощью резисторов R1, R4, R6.

Для исследования АЧХ собирают установку по схеме на рис. 5. Переключатель SA6 переводят в положение генерации синусоидального сигнала. Предполагаемое расположение АЧХ выставляют переключателем SA1 и резистором R20, резистором R6 устанавливают необходимую полосу качания (обзора). С помощью переключателя SA7 выбирают необходимые частотные метки. Переключателем SA8 добиваются получения на экране осциллографа четких устойчивых меток. Изменяя параметры исследуемого устройства, отслеживают изменение характерных точек АЧХ: по частоте — относительно меток, по амплитуде — относительно положений аттенюатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ковалев В.** Многофункциональный генератор MAX038. — Радио, 1996, № 10, с. 53.

2. **Нечаев И.** Функциональный генератор с диапазоном частот 0,1 Гц...10 МГц. — Радио, 1997, № 1, с. 34, 35.

3. **Скрыпник В. А.** Приборы для контроля и налаживания радиолюбительской аппаратуры. — М.: Патриот, 1990, с. 5.

4. **Алексеев С.** Применение микросхем серии К561. — Радио, 1987, № 1, с. 43.